COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT TRENTE-NEUVIEME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1904.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations fonctionnelles et sur une classe de surfaces algébriques;* par M. **Émile Picard**.

« 1. Dans un article sur une classe de surfaces algébriques dont les coordonnées s'expriment par des fonctions uniformes de deux paramètres (*Bulletin de la Société mathématique*, t. XXVIII, 1900), j'ai appelé l'attention sur certaines surfaces algébriques. Ayant traité récemment cette question dans mon cours, je me suis aperçu que les considérations employées pouvaient être présentées sous une forme plus générale. C'est ce que je vais indiquer, en reprenant la question dès le début.

» Envisageons d'abord une substitution rationnelle sur les m lettres x, $y, \ldots, t$,

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} x' = R_1(x, y, \ldots, t), \\ y' = R_2(x, y, \ldots, t), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ t' = R_m(x, y, \ldots, t). \end{array}\right.$$

» On suppose que $x = y = \ldots = t = 0$ est un point double de cette substitution et que, dans le voisinage de ces valeurs, on peut écrire

$$\begin{aligned} x' &= ax + Q_1(x, y, \ldots, t), \\ y' &= by + Q_2(x, y, \ldots, t), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ t' &= lt + Q_m(x, y, \ldots, t), \end{aligned}$$

les Q étant des séries entières, commençant par des termes au moins du second degré; il est admis de plus que

$$|a| > 1, \qquad |b| > 1, \qquad \ldots, \qquad |l| > 1,$$

et enfin, on n'a pas entre deux quelconques des coefficients a, b, ..., l, soit par exemple a et b, de relations de la forme

$$a^h = b \qquad \text{ou} \qquad b^k = a \qquad (h \text{ et } k \text{ entiers positifs}).$$

» 2. Ceci posé, on peut trouver des fonctions de m lettres u, v, ..., w,

$$f(u, v, \ldots, w), \quad \varphi(u, v, \ldots, w), \quad \ldots, \quad \psi(u, v, \ldots, w)$$

holomorphes dans le voisinage de $u = v = \ldots = w = 0$, méromorphes dans les plans de ces variables complexes, et satisfaisant aux équations fonctionnelles

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} f(au, bv, \ldots, lw) &= R_1(f, \varphi, \ldots, \psi) \\ \varphi(au, bv, \ldots, lw) &= R_2(f, \varphi, \ldots, \psi), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \psi(au, bv, \ldots, lw) &= R_m(f, \varphi, \ldots, \psi). \end{aligned} \right.$$

» La démonstration de ce résultat peut se faire de différentes manières, soit par le calcul direct des coefficients des développements autour de l'origine, soit en procédant par approximations successives, comme je l'ai fait dans le cas beaucoup plus difficile où se présentent à l'origine des singularités essentielles (*Acta mathematica*, t. XVIII et XXIII).

» On part de la remarque que l'équation fonctionnelle

$$f(au, bv, \ldots, lw) = a f(u, v, \ldots, w) + P(u, v, \ldots, w)$$

où $P(u, v, \ldots, w)$ est une fonction holomorphe donnée autour de l'origine, commençant par des termes du second degré, détermine complètement f, si l'on suppose que le coefficient de la première puissance de u a une valeur

donnée (soit l'unité). Il est alors facile de montrer que les approximations successives

$$f_n(au, bv, \ldots, lw) = a f_n(u, v, \ldots, w) + Q_1 [f_{n-1}, \varphi_{n-1}, \ldots, \psi_{n-1}],$$
$$\varphi_n(au, bv, \ldots, lw) = b \varphi_n(u, v, \ldots, w) + Q_2 [f_{n-1}, \varphi_{n-1}, \ldots, \psi_{n-1}],$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\psi_n(au, bv, \ldots, lw) = l \psi_n(u, v, \ldots, w) + Q_m [f_{n-1}, \varphi_{n-1}, \ldots, \psi_{n-1}],$$

où l'on part de

$$f_0 = u, \qquad \varphi_0 = v, \qquad \ldots, \qquad \psi_0 = w,$$

et où, dans $f_n, \varphi_n, \ldots, \psi_n$, les termes du premier degré sont respectivement $u, v, \ldots, w$, convergent uniformément vers une limite. On obtient ainsi la solution des équations (2), holomorphe autour de l'origine; on fait enfin aisément, au moyen de ces équations fonctionnelles elles-mêmes, le prolongement analytique des fonctions pour toutes valeurs de $u, v, \ldots, w$, de manière à avoir des fonctions partout méromorphes.

» 3. Le résultat précédent s'étend au cas où l'on aurait, au lieu des m lettres indépendantes $x, y, \ldots, t$, ces m lettres liées par une relation algébrique admettant une transformation rationnelle en elle-même. Il suffira de prendre le cas d'une courbe et celui d'une surface algébrique.

» Soit une courbe algébrique

$$F(x, y) = 0$$

admettant la transformation rationnelle

$$(3) \qquad \begin{cases} x' = R_1(x, y), \\ y' = R_2(x, y). \end{cases}$$

» Nous supposons que l'origine soit un point simple de la surface et un point double de la transformation précédente. Alors, autour de l'origine, les équations (3) se ramènent à l'unique équation

$$x' = ax + Q_1(x),$$

Q_1 ne renfermant pas de terme du premier degré, et nous faisons l'hypothèse que $|a|$ est supérieur à *un*. Dans ces conditions l'analyse du paragraphe précédent est applicable, et l'on a finalement, pour la courbe F,

$$x = f(u), \qquad y = \varphi(u),$$

f et φ étant des fonctions méromorphes de u dans tout le plan, satisfaisant

aux équations fonctionnelles

$$f(au) = R_1[f(u), \varphi(u)],$$
$$\varphi(au) = R_2[f(u), \varphi(u)].$$

Mais ce résultat ne donne rien de nouveau. En effet, de ce que $|a|$ est différent de *un*, il résulte que la courbe F admettra *une infinité* de transformations rationnelles en elles-mêmes et, par suite, elle sera du genre *zéro* ou *un*. Si la courbe est du genre *un*, la constante a sera nécessairement un entier (sauf le cas de multiplication complexe).

» 4. Que donnent les considérations précédentes pour une surface algébrique? Nous supposons que, pour une surface algébrique

$$F(x, y, z) = 0,$$

il y ait une transformation rationnelle en elle-même

$$x' = R_1(x, y, z),$$
$$y' = R_2(x, y, z),$$
$$z' = R_3(x, y, z)$$

susceptible, dans le voisinage de l'origine (appartenant à la surface), de se mettre sous la forme

$$x' = ax + Q_1(x, y),$$
$$y' = by + Q_2(x, y),$$

Q_1 et Q_2 commençant par des termes au moins du second degré, en admettant de plus que

$$|a| > 1, \qquad |b| > 1.$$

» On pourra alors exprimer les coordonnées x, y, z d'un point quelconque de la surface par les formules

$$x = f(u, v), \qquad y = \varphi(u, v), \qquad z = \psi(u, v),$$

f, φ, ψ étant des fonctions méromorphes de u et v, satisfaisant aux équations fonctionnelles

$$f(au, bv) = R_1[f(u, v), \varphi(u, v), \psi(u, v)],$$
$$\varphi(au, bv) = R_2[f(u, v), \varphi(u, v), \psi(u, v)],$$
$$\psi(au, bv) = R_3[f(u, v), \varphi(u, v), \psi(u, v)].$$

» Quelle est l'étendue de la classe des surfaces que nous venons de ren-

contrer? C'est une question à laquelle je ne puis malheureusement répondre.

» La surface admettra manifestement une infinité de transformations en elles-mêmes, que l'on obtient en prenant les puissances successives de la transformation initiale. Quand il s'agissait d'une courbe, nous pouvions conclure qu'elle était de genre *zéro* ou *un*, mais on ne connaît rien de général sur une surface admettant une infinité *discontinue* de transformations rationnelles. On sait seulement, comme l'a montré le premier M. Humbert, qu'il existe des surfaces admettant une infinité discontinue de transformations rationnelles sans admettre une infinité continue, et M. Painlevé en a donné un second exemple extrêmement simple.

» Les surfaces hyperelliptiques rentrent évidemment dans le type précédent, sans parler bien entendu des surfaces unicursales. Pour les surfaces hyperelliptiques générales, la multiplication par un entier p des arguments conduira au cas de

$$a = b = p.$$

» Il serait, je crois, intéressant de rechercher s'il y a d'autres surfaces que les précédentes (avec leurs dégénérescences) rentrant dans la classe sur laquelle certaines équations fonctionnelles appellent ainsi l'attention. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans la série de l'anthracène. II. Dihydrure d'anthracène γ-triphénylé et dérivés.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot.**

« Dans une précédente Communication [1] nous avons décrit la préparation et les principales propriétés du dihydrure d'anthracène γ-diphénylé symétrique et de quelques-uns de ses dérivés.

» La présente Note a pour but de donner la description des dérivés *triphénylés,* et des conditions dans lesquelles ils prennent naissance. Théoriquement plusieurs voies doivent conduire à l'obtention de ces composés. Nous allons les passer successivement en revue et signaler les produits que nous avons obtenus.

» *Premier procédé.* — Nous avons décrit jadis une diphénylanthrone et en avons donné plusieurs modes de préparation [2]. Ce composé, qui

---

(1) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, p. 1251.

(2) A. Haller et A. Guyot, *Comptes rendus,* t. CXXI, 1895, p. 102.

renferme encore un groupement cétonique, traité par le bromure de phénylmagnésium, fournit, avec un rendement quantitatif, le *dihydrure d'anthracène* γ-hydroxylé et triphénylé.

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\quad\rangle C^6H^4 \\ \diagdown\diagup \\ CO \end{array} + C^6H^5.\,MgBr = \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\quad\rangle C^6H^4 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ \diagup\diagdown \\ BrMgO \qquad C^6H^5 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\quad\rangle C^6H^4 \\ \diagdown\diagup \\ BrMgOC \\ \diagdown \\ C^6H^5 \end{array} + H^2O = \begin{array}{c} C^6H^5 \quad C^6H^5 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ C^6H^4\langle\quad\rangle C^6H^4 \\ \diagdown\diagup \\ HOC \\ \diagdown \\ C^6H^5 \end{array} + Mg\begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown Br \end{array}$$

» L'opération consiste à faire tomber goutte à goutte une solution benzénique concentrée de diphénylanthrone dans une solution éthérée de bromure de phénylmagnésium. On décompose ensuite par l'eau acidulée le composé organomagnésien ainsi formé, on décante, sèche et filtre la solution éthérobenzénique qui renferme le produit cherché.

» Abandonnée à l'évaporation spontanée, cette solution ne tarde pas, en effet, à laisser déposer des cristaux très volumineux, incolores et transparents renfermant 1^{mol} d'éther de cristallisation qu'ils ne perdent pas à la température du laboratoire. Un dosage direct de l'éther a montré que la combinaison a pour formule $C^{32}H^{24}O + C^4H^{10}O$.

» Chauffée à 120°, elle perd cet éther de cristallisation et fond alors vers 200°. Comme le montre la formule de constitution de ce composé, il renferme le complexe du triphénylcarbinol $\begin{array}{c} C^6H^4\langle\quad\rangle C^6H^4 \\ \diagdown\diagup \\ HOC \\ \quad\diagdown C^6H^5 \end{array}$. Aussi se dissout-il dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration rouge orangé comme le triphénylcarbinol et se condense-t-il, encore comme ce dernier composé, avec le phénol (¹) et l'aniline (²).

(¹) Bæyer et Williger, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 3018.

(²) Ullmann et Munzhuber, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXVI, 1903, p. 404.

» *Éther méthylique*

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 & & C^6H^5 \\ & \diagdown\;\diagup & \\ & C & \\ C^6H^4 \diagup & & \diagdown C^6H^4 \\ & \diagdown\;\diagup & \\ CH^3OC & & \\ & \diagdown & C^6H^5 \end{array}$$

. — Le dihydrure d'anthracène γ-triphénylé γ-hydroxylé rappelle encore le triphénylcarbinol par l'extrême facilité avec laquelle il s'éthérifie.

» L'éther méthylique se précipite aussitôt en beaux feuillets blancs et nacrés fondant à 218°, lorsqu'on verse une solution toluénique concentrée et bouillante du carbinol dans l'alcool méthylique bouillant additionné de quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

» *Éther éthylique.* — Ce composé s'obtient en remplaçant dans la préparation précédente l'alcool méthylique par l'alcool éthylique.

» Il se présente sous la forme d'aiguilles blanches fondant vers 250°.

» Ces deux composés, qu'on peut appeler des *dihydrures d'anthracène γ-triphénylé, γ-métho* et *éthoxylé,* sont solubles dans l'acide sulfurique concentré avec la coloration rouge orangé du carbinol lui-même, et se condensent, comme ce dernier, avec le phénol et l'aniline en donnant naissance aux mêmes produits.

» *Dihydrure d'anthracène γ-triphénylé :*

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 \diagdown & & \diagup C^6H^5 \\ & C & \\ C^6H^4 \diagup & & \diagdown C^6H^4 \\ & C & \\ H \diagup & & \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

. — Ce carbure se précipite en petits cristaux blancs, lorsqu'on traite par la poudre de zinc une solution acétique bouillante du carbinol ou de ses éthers. Le précipité est repris par la benzine bouillante et la solution benzénique, séchée et filtrée, est additionnée d'alcool.

» On obtient ainsi de petits cristaux d'un blanc pur fondant vers 220°, et difficilement solubles dans la plupart des véhicules organiques.

» *Deuxième procédé.* — L'éther méthylique de l'acide triphénylméthane-*o*-carbonique se prête également à la préparation du dérivé anthracénique cherché.

» Si l'on traite cet éther par du bromure de phénylmagnésium, on obtient, suivant la réaction connue et à laquelle se prêtent les éthers carboxylés, le composé

$$\begin{array}{ccc} C^6H^5 \diagdown & & \diagup C^6H^5 \\ & C & \\ C^6H^4 \diagup & & \diagdown OCH^3 \\ & \diagdown C - C^6H^5 & \\ H \diagup & & \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

qui perd avec la plus grande facilité 1^{mol} d'alcool méthylique et donne le dihydrure d'anthracène γ-triphénylé

$$\begin{array}{l} C^6H^5\diagdown\quad\diagup C^6H^5 \\ \qquad\quad C \\ C^6H^4\diagup\quad\diagdown \boxed{OCH^3} \\ \quad\diagdown C - C^6H^4\,\boxed{H} \\ H\diagup\quad\diagdown C^6H^5 \end{array} = CH^3 - OH + \begin{array}{l} C^6H^5\diagdown\quad\diagup C^6H^5 \\ \qquad\quad C \\ C^6H^4\diagup\quad\diagdown C^6H^4 \\ \qquad\quad C \\ H\diagup\quad\diagdown C^6H^5. \end{array}$$

» Ici encore les rendements sont presque théoriques.

» Le triphénylméthane-ortho-carbonate de méthyle, encore inconnu, a été préparé en agitant une solution alcaline de l'acide avec du sulfate neutre de méthyle en léger excès. Le précipité blanc cristallin qui ne tarde pas à se former est essoré et mis à cristalliser au sein de l'alcool méthylique. On obtient ainsi de petits prismes blancs fondant vers 98°. (Rendement, 90 pour 100 du rendement théorique.)

» Le bromure de phénylmagnésium réagit vivement sur cet éther; le produit de la réaction, décomposé avec précaution par l'eau glacée, puis par de l'acide chlorhydrique très dilué, donne, après évaporation de l'éther au sein duquel s'est effectuée la condensation, un magma cristallin imprégné d'une petite quantité de matières huileuses qu'on élimine facilement par lavages à l'éther de pétrole. Le résidu est repris par le toluène bouillant et la solution toluénique, séchée et filtrée, est additionnée d'alcool méthylique. On obtient ainsi une abondante cristallisation d'un produit blanc, fondant à 215° et répondant à la formule :

$$C^{33}H^{28}O = C^6H^4 \begin{array}{l} \quad C^6H^5\quad C^6H^5 \\ \qquad\diagdown\diagup \\ \diagup C - OCH^3 \\ \diagdown C \diagup C^6H^5 \\ H\diagup\quad\diagdown C^6H^5 \end{array},$$

» Ce produit est soluble dans l'acide sulfurique concentré avec la coloration rouge orangé du triphénylcarbinol, mais cette coloration disparaît rapidement : sous l'action déshydratante de l'acide, le produit perd, en effet, une molécule d'alcool méthylique et donne, par condensation interne et suivant le processus indiqué, le dihydrure d'anthracène γ-triphénylé, soluble sans coloration dans l'acide sulfurique concentré.

» Il est toutefois plus pratique d'effectuer cette condensation, en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique gazeux et sec dans une solution du carbinol précédent au sein de l'acide acétique bouillant. La liqueur se trouble dès les premières bulles, et se remplit de petits cristaux blancs d'un pro-

duit fondant vers 220° et que nous avons identifié avec le carbure obtenu par réduction du dihydrure d'anthracène γ-triphénylé γ-hydroxylé.

» Enfin, on pouvait encore espérer qu'on arriverait au résultat cherché en condensant le bromure de phénylmagnésium avec les éthers méthyliques de l'acide *o.*-phtalique et de l'acide *o.*-benzoylbenzoïque. On obtiendrait d'abord les corps de la forme

$$\begin{array}{ll} & C^6H^5 \diagdown \ \diagup C^6H^5 \\ & \quad CO\,CH^3 \\ C^6H^4 \!\!\!\! & \diagup \\ & \diagdown C - C^6H^5 \\ & CH^3O \diagup \ \diagdown C^6H^5 \end{array} \qquad \text{et} \qquad \begin{array}{ll} & C^6H^5 \diagdown \ \diagup C^6H^5 \\ & \quad C - OH \\ C^6H^4 \!\!\!\! & \diagup \\ & \diagdown C - C^6H^5 \\ & CH^3O \diagup \ \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

» Ces composés isomères des produits obtenus récemment par MM. Thiele et Balhorn ([1]) d'une part et par MM. Ullmann et Schlœpfer ([2]) d'autre part, dans l'action du bromure de phénylmagnésium sur le téréphtalate de méthyle, devaient conduire facilement, par condensation interne, au dihydrure d'anthracène γ-triphénylé γ-hydroxylé ou à son éther méthylique. Mais ici l'expérience n'a pas confirmé nos prévisions.

» Le phtalate neutre de méthyle et le benzoylbenzoate de méthyle réagissent dans un tout autre sens sur le bromure de phénylmagnésium; les produits bien cristallisés qui prennent naissance dans ces condensations ne répondent pas aux formules que nous venons d'envisager et feront l'objet d'une prochaine Communication. »

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Le travail musculaire et sa dépense énergétique dans la contraction dynamique, avec raccourcissement graduellement croissant des muscles, s'employant au soulèvement des charges (travail moteur). Influence du nombre des excitations de la mise en train de la contraction.* Note de M. A. **Chauveau**.

« L'étude comparative qui vient d'être faite de l'énergie dépensée par la contraction dynamique appliquée à la production du travail moteur a mis en évidence la différence d'action exercée sur la dépense énergétique par chacun des deux facteurs de la valeur du travail extérieur. On a vu que, si le travail croît par accroissement de la valeur de la charge soulevée, il se dépense plus d'énergie que si l'accroissement du travail résulte

---

([1]) Thiele et Balhorn, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.,* t. XXXVII, 1904, p. 1463.

([2]) Ullmann et Schlœpfer, *Ber. d. deutsch. chem. Ges.,* t. XXXVII, 1904, p. 2001.

d'un accroissement de la longueur du chemin parcouru par la charge dans l'unité de temps.

» La constatation de cette différence, conforme aux conclusions de mes études antérieures, montre que les conditions particulières de mes nouvelles expériences n'empêchent pas la dépense du travail intérieur du muscle appliqué à la production d'un travail extérieur positif d'obéir aux règles déjà établies.

» Nous nous trouvons maintenant, avec la contraction dynamique, en présence de la complication qui s'est présentée avec la contraction statique, l'intervention des alternances et la répétition des mises en train du travail fondamental. Dans le cas de la contraction dynamique, à ce travail intérieur fondamental, qui pourvoit à l'équilibration et au déplacement des charges, il s'ajoute aussi le travail propre de la mise en train, qui se répète autant de fois qu'il y a d'alternances entre les fléchisseurs et les extenseurs de l'avant-bras. Il est nécessaire de connaître la dépense additionnelle qui résulte de ce travail d'excitation et qui s'ajoute à la dépense du travail intérieur fondamental. Dans les expériences de la dernière Note, ces deux dépenses sont fusionnées; les résultats obtenus, pour le taux de la dépense, représentent toujours une somme comprenant la dépense fondamentale et la dépense additionnelle. Il convient de faire la part de cette dernière. On y arrive facilement avec des expériences de travail moteur où la seule condition variable est celle du nombre des alternances.

» C'est surtout dans cette nouvelle série qu'on a tiré un excellent parti du guide directeur des mouvements de l'avant-bras. Il s'agissait, en effet, d'effectuer le même travail moteur avec même charge, même chemin parcouru dans l'unité de temps, partant même vitesse, en faisant passer le nombre des alternances de 13 à 16, 26, 39, 52. Pour cela il fallait diminuer l'amplitude des mouvements de l'avant-bras proportionnellement à leur nombre, de manière que l'étendue des parcours partiels passât de $0^m,34$ à $0^m,17$, $0^m,1133$, $0^m,085$, tout en conservant au parcours total sa même valeur, soit $4^m,42$. Le dispositif instrumental se prête fort bien à cette action compensatrice. L'avant-bras, réduisant de plus en plus l'amplitude de ses oscillations autour de l'angle droit à mesure qu'en augmente le nombre, donne successivement à chacun des parcours partiels de la charge, les valeurs suivantes :

$\overset{m}{0},340$	quand il y a	13	alternances ou parcours partiels,
0,170	»	26	»
0,113	»	39	»
0,085	»	52	»

» Dans ces quatre cas, le parcours total de la charge, dans l'unité de temps, est uniformément $4^{m},42$.

» Les expériences consacrées à cette étude se répartissent en deux groupes, différant par la valeur de la charge employée, tantôt 3^{kg}, tantôt 6^{kg}.

» PREMIER GROUPE. — Il est formé par trois expériences dans lesquelles un travail mécanique uniforme de $13^{kgm},26$ à la minute a été obtenu avec une résistance valant 3^{kg} et la provocation de 13, 26, 39, 52 parcours partiels dont la longueur a été réduite proportionnellement à leur nombre. Voici les résultats de ces expériences :

TABLEAU A. — *Résultats moyens des trois expériences, exposés en détail.*

	a. Conditions des muscles.	*b*. Débit respiratoire.	*c*. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.
		l	cm³	cm³
I.	Repos	6,589	244	260
II.	Travail ($13^{kgm},26$) avec 13 altern.	9,039	335	361
III.	» » 26 »	9,749	357	372
IV.	» » 39 »	10,625	375	389
V.	Repos	6,587	219	247
VI.	Travail ($13^{kgm},26$) avec 52 altern.	10,870	363	393
VII.	» » 52 »	11,113	368	395
VIII.	» » 39 »	10,280	350	382
IX.	Repos	6,131	206	243
X.	Travail ($13^{kgm},26$) avec 26 altern.	9,669	334	366
XI.	» » 13 »	9,160	319	356
XII.	Repos	6,131	209	256

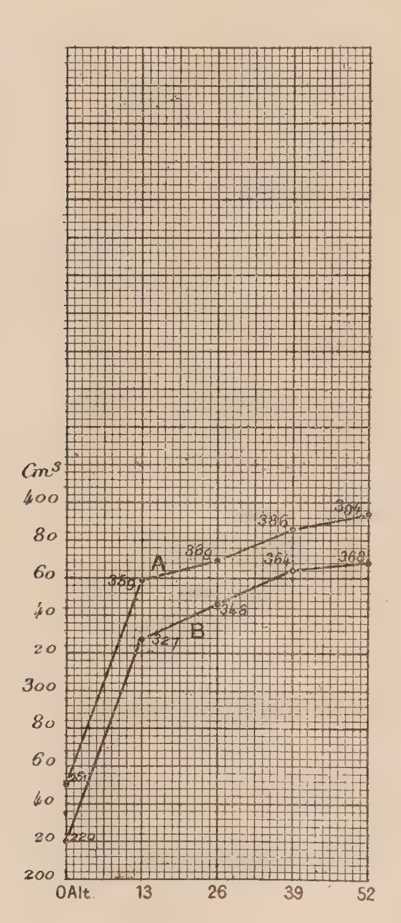
TABLEAU B. — *Résultats d'ensemble, d'où l'on tire la valeur moyenne de la dépense propre au travail* : (O² *des périodes de travail*) — (O² *des périodes de repos*).

	a. Conditions des muscles.	*b*. Débit respiratoire.	*c*. Coefficients respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	*d*. Quotient respiratoire.	*e*. Dépense du trav. musc. en O² absorbé.
		l	cm³	cm³		cm³
A.	Repos	6,359	220	251	0,876	»
B.	Travail ($13^{kgm},26$) avec 13 alt.	9,099	327	359	0,912	108
C.	» » 26 »	9,709	346	369	0,937	118
D.	» » 39 »	10,452	362	386	0,937	135
E.	» » 52 »	10,991	366	394	0,928	143

» On trouvera, figurés sur le graphique IX, les résultats essentiels consignés dans ce Tableau B, c'est-à-dire la marche des échanges respiratoires.

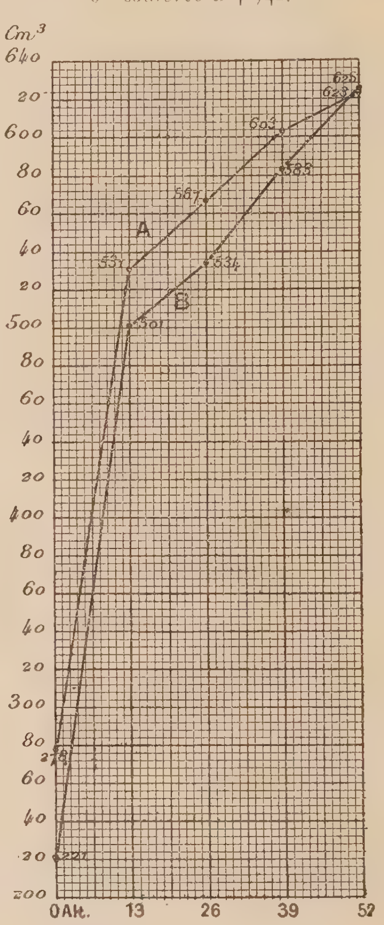
Graphique IX.

Travail uniforme de 13^{kgm},26, *avec la charge* 3^{kg} *soulevée à* 4^{m},42.



Graphique X.

Travail uniforme de 26^{kgm},52, *avec la charge* 6^{kg} *soulevée à* 4^{m},42.



Ces graphiques figurent l'accroissement de la dépense qu'entraîne le travail intérieur additionnel de l'excitation ou de la mise en train de la contraction dynamique employée à la production d'un travail moteur. On y voit l'accroissement des coefficients respiratoires (A, *courbe de* O^2. — B, *courbe de* CO^2), à partir de la première valeur de ce travail additionnel, en traduire l'influence sur la dépense exactement comme dans la contraction statique.

» Deuxième groupe. — Les expériences de ce groupe, au nombre de deux, ont été identiques à celles du premier groupe, sauf que la résistance déplacée valant 6^{kg}, le travail mécanique effectué à la minute était uniformément 26^{kgm},52.

» Voici les résultats :

Tableau A. — *Résultats moyens des deux expériences, exposés en détail.*

	a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coef. respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.
		l	cm³	cm³
I.	Repos	6,576	214	270
II.	Travail (26^{kgm},52) avec 13 altern.	14,715	534	524
III.	» » » 26 »	14,737	551	565
IV.	» » » 39 »	17,066	607	611
V.	Repos	6,347	232	287
VI.	Travail (26^{kgm},52) avec 52 altern.	18,427	626	617
VII.	» » » 52 »	16,730	624	629
VIII.	» » » 29 »	16,359	558	594
IX.	Repos	5,958	213	272
X.	Travail (26^{kgm},52) avec 26 altern.	13,904	517	570
XI.	» » » 13 »	12,676	467	536
XII.	Repos	5,875	223	283

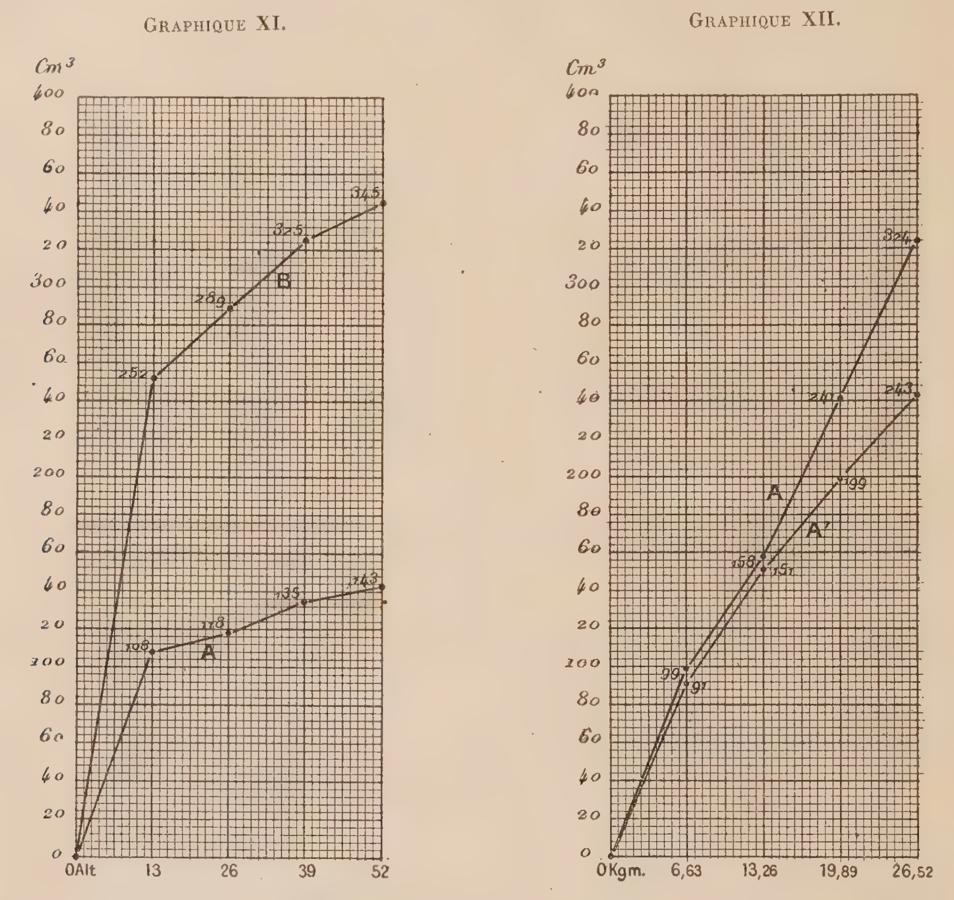
Tableau B. — *Résultats d'ensemble d'où l'on tire la valeur moyenne de la dépense propre au travail* : (O² *des périodes de travail*) — (O² *des périodes de repos*).

	a. Conditions des muscles.	b. Débit respiratoire.	c. Coef. respiratoires. CO² exhalé.	O² absorbé.	d. Quotient respiratoire.	e. Dépense du trav. musc. en O² absorbé.
		l	cm³	cm³		cm³
A.	Repos	6,192	221	278	0,794	»
B.	Travail (26^{kgm},52) avec 13 altern.	13,696	501	530	0,945	252
C.	» » » 26 »	14,321	534	567	0,942	289
D.	» » » 39 »	16,713	583	603	0,967	325
E.	» » » 52 »	18,329	625	623	1,003	345

» C'est dans le graphique X que se trouvent figurés les résultats essentiels (valeur des coefficients respiratoires) consignés dans ce Tableau B.

» Avec les deux graphiques IX et X, l'influence que la multiplication des excitations ou mises en train du travail intérieur des muscles exerce sur la dépense d'énergie qui alimente ce travail, dans la contraction dynamique, saute immédiatement aux yeux. A partir du point correspondant au nombre minimum des alternances, les courbes s'élèvent à mesure que ce nombre augmente. De plus, dans le graphique XII, consacré au travail fondamental le plus fort (charge 6^{kg}), l'ascension est plus rapide (un peu plus du double) que dans le graphique XI (charge : 3^{kg}). Ainsi, *dans la contraction dynamique, la dépense spéciale au travail intérieur particulier de*

la mise en marche s'ajoute, en suivant des lois régulières, à celle du travail fondamental consacré à l'équilibration et au déplacement de la charge extérieure. Cette dépense spéciale prend une valeur qui est proportionnelle, d'une part, à



Influence du nombre des alternances ou excitations sur la dépense énergétique, exprimée en O^2 consommé.

Graphique XI. — Même travail extérieur avec même charge (3^{kg} en A; 6^{kg} en B) et même chemin total parcouru par la charge dans l'unité de temps, mais avec un accroissement graduel du nombre des mises en train de la contraction et réduction proportionnelle de son étendue.

Graphique XII. — Même travail extérieur, mais croissant d'une manière régulière : en A, par accroissement de la charge soulevée; en A', par allongement graduel du parcours, résultant d'une multiplication des alternances ou des excitations du travail intérieur de la contraction.

celle du travail fondamental, représentée ici par la valeur de la charge, d'autre part, au nombre des excitations qui provoquent l'entrée du muscle en contraction dynamique, ce qui est conforme aux constatations faites sur le travail intérieur de la contraction statique.

» En résumé, la répétition des alternances ou des excitations, dans la contraction dynamique, se comporte, au point de vue de la dépense exactement comme dans la contraction statique.

» C'est ainsi que l'accroissement de dépense qui se manifeste dans les deux courbes A et B du graphique XI (*contraction dynamique*), à partir du nombre minimum des excitations, reproduit presque identiquement l'accroissement qui se traduit dans les deux courbes A et B du graphique IV (*contraction statique, séance du* 20 *juin*).

» L'influence du nombre des excitations sur la dépense n'a pas été davantage empêchée de se faire sentir dans le cas de la courbe A′ du graphique XII, cas où les excitations se sont répétées aussi souvent que dans les deux séries d'expériences dont la dépense est figurée par les courbes du graphique XI. Mais, dans le cas A′ du graphique XII, l'accroissement de dépense du travail additionnel, marchant de pair avec celui de la dépense du travail fondamental, s'est borné à donner plus d'importance à cette dernière, tout en la laissant très sensiblement inférieure à celle de l'autre cas (courbe A du graphique XII).

» Il apparaît ainsi que *la multiplication des mises en train du travail intérieur des muscles ne constitue une condition onéreuse de la production de ce travail que dans les cas où cette multiplication s'accompagne d'une réduction plus ou moins considérable de la longueur des parcours partiels.*

» *Si l'étendue des contractions dynamiques et l'amplitude des mouvements qu'elles déterminent ne subissent aucun amoindrissement, cette multiplication est au contraire une condition très avantageuse, parce qu'elle tend à porter à son maximum utile la longueur du parcours effectué par les charges dans l'unité de temps. C'est alors que se manifeste dans sa plénitude l'avantage des faibles charges et des longs parcours, signalé dans les expériences fondamentales de ma troisième Note, celle du* 27 *juin* (*page* 1675) : *avantage considérable et qui constitue une précieuse indication pour la production hygiénique et économique du travail des moteurs animés.* »

MÉDECINE. — *Le* trypanroth *dans le traitement de quelques Trypanosomiases.* Note de M. **A. Laveran.**

« P. Ehrlich et K. Shiga ont employé avec succès, dans le traitement du Caderas, chez les souris, un produit colorant de la série benzopurpurine auquel ils ont donné le nom de *trypanroth* [1].

---

[1] *Berlin. klin. Wochenschr.*, 28 mars et 4 avril 1904. — La formule du trypan-

» Chez les souris traitées de 1 à 3 jours après l'inoculation du Caderas, les résultats sont remarquables. Après injection de $0^{cm^3},30$ de la solution de trypanroth à 1 pour 100, les Trypanosomes ne tardent pas à disparaître du sang; dans un certain nombre de cas il y a des rechutes (parfois très tardives), mais souvent la guérison est définitive.

» Chez les rats, les résultats ont été beaucoup moins bons; en injectant à un rat 2^{cm^3} de la solution de trypanroth à 1 pour 100, on voit les Trypanosomes disparaître, mais cette disparition n'est que temporaire. Chez les cobayes et chez les chiens, les résultats ont été encore moins favorables.

» Dans le traitement du Nagana, le trypanroth n'a pas donné de meilleurs effets, même chez les souris, que ceux qu'on obtient avec l'acide arsénieux et avec le sérum humain [1].

» M. le professeur Ehrlich a bien voulu mettre du trypanroth à ma disposition et j'ai pu expérimenter ce nouveau médicament, seul ou associé à l'acide arsénieux, dans le Surra, dans la Mbori et dans les infections produites par *Trypanosoma gambiense*. Mes expériences n'ont porté jusqu'ici que sur de petits animaux, parce que la quantité de trypanroth dont je disposais était très faible; aujourd'hui, je suis mieux approvisionné et je compte poursuivre ces recherches sur des animaux de plus forte taille : cobayes, chiens, etc.

» 1° *Emploi du trypanroth seul ou associé à l'acide arsénieux dans le traitement du Surra.* — Le trypanroth employé seul dans le traitement du Surra, chez les souris et chez les rats, fait disparaître les Trypanosomes de la grande circulation au bout de 48 heures, mais cette disparition n'est que temporaire. Les résultats sont beaucoup meilleurs quand on associe le trypanroth à l'acide arsénieux, comme chez le rat dont l'observation suit.

» Un rat blanc du poids de 80^g est inoculé de Surra le 11 avril 1904 (inoculation intra-péritonéale). Le 11 avril les Trypanosomes sont assez nombreux dans le sang du rat qui reçoit (sous la peau) 2^{cm^3} de la solution de trypanroth à 1 pour 100. Du 16 au 18 avril l'examen du sang est négatif; mais, le 20 avril, les Trypanosomes ont reparu en assez grand nombre dans le sang; j'injecte alors, sous la peau, $0^{mg},45$ d'acide arsénieux et, 24 heures après, 2^{cm^3} de la solution de trypanroth à 1 pour 100. Du 23 avril au 4 juillet (72 jours) l'examen du sang est négatif et aujourd'hui le rat peut être considéré comme guéri, il pèse 134^g.

» Chez les souris, j'ai constaté de même que les Trypanosomes du Surra réapparaissaient après les injections de trypanroth seul, tandis qu'on pouvait obtenir des

---

roth est : 1^{mol} de tétrazobenzidine monosulfonée, combinée à 2^{mol} de β-naphthylamine bisulfonate de Na.

(1) Laveran et Mesnil, *Ann. de l'Inst. Pasteur,* 25 novembre 1902, et *Trypanosomes et Trypanosomiases,* Paris, 1904.

guérisons persistantes par l'emploi combiné de l'acide arsénieux et du trypanroth.

» 2° *Emploi du trypanroth seul ou associé à l'acide arsénieux dans le traitement de la Mbori.* — Chez les souris une seule injection de trypanroth (0^{cm^3},30 de la solution à 1 pour 100 pour une souris de 15^g à 20^g) peut faire disparaître d'une façon définitive les Trypanosomes, produire en un mot la *guérison*. A ce point de vue, la Mbori se rapproche du Caderas et s'éloigne du Nagana et du Surra. Les différences qui existent entre le Caderas et la Mbori (au point de vue de la morphologie des Trypanosomes notamment) ne permettent pas d'attribuer d'importance à cette ressemblance; au contraire, il est intéressant de constater que le trypanroth n'agit pas de la même façon dans la Mbori et dans le Surra ou le Nagana, attendu qu'il n'a pas été encore possible de différencier complètement la Mbori de ces deux dernières Trypanosomiases.

» Chez les rats infectés avec le Trypanosome de la Mbori, le trypanroth fait disparaître les hématozoaires, mais seulement d'une façon temporaire. Ici, comme dans le Surra, les résultats sont beaucoup plus satisfaisants si, au lieu d'employer le trypanroth seul, on l'associe à l'acide arsénieux, en injectant sous la peau les deux médicaments à 24 heures d'intervalle. Plusieurs rats qui ont été traités de cette manière paraissent guéris.

» 3° *Emploi du trypanroth seul ou associé à l'acide arsénieux dans les infections produites par* Tr. gambiense. — Le trypanroth employé seul, chez des rats infectés avec *Tr. gambiense*, a donné des résultats peu favorables : les Trypanosomes ne disparaissent pas du sang ou bien leur disparition n'est que temporaire; au bout de quelques jours ils pullulent de nouveau; associé à l'acide arsénieux, le trypanroth n'a pas eu dans cette Trypanosomiase les heureux effets qui ont été notés dans le Surra et dans la Mbori.

» Le trypanroth est peu toxique; on peut injecter sans danger, à une souris de 15^g, 0^{cm^3},30 d'une solution de trypanroth à 1 pour 100. La peau et les tissus se colorent rapidement en rouge ou en rose et cette coloration persiste plusieurs semaines.

» Le mode d'action du trypanroth dans les Trypanosomiases n'a pas été encore élucidé. Ehrlich et Shiga ont constaté que *in vitro* l'action microbicide était très faible sur les Trypanosomes, mais, *in vitro*, il n'est pas facile d'étudier sur ces parasites les actions microbicides lentes, parce que les mouvements des Trypanosomes s'affaiblissent assez rapidement, en l'absence même de toute substance microbicide. Je croirais volontiers que cette action existe mais qu'elle est lente. Chez les animaux infectés de Trypanosomes auxquels on injecte du trypanroth, il faut en général 48 heures pour que les Trypanosomes disparaissent, plus ou moins complètement, de la grande circulation. L'action du trypanroth est beaucoup moins rapide que celle de l'acide arsénieux.

» J'ai cherché s'il ne serait pas possible d'obtenir des Trypanosomiases

atténuées en recueillant le virus sur des animaux traités par le trypanroth; du sang recueilli sur des animaux infectés de Surra ou de Mbori et traités depuis 48 heures par le trypanroth, inoculé à des animaux neufs, a produit des infections anormales surtout au point de vue de la durée de l'incubation; les rats, les souris et les cobayes soumis à ces expériences ont toujours fini par succomber.

» En résumé, le trypanroth employé seul s'est montré efficace dans le traitement de la Mbori chez les Souris, comme dans le traitement du Mal de caderas; chez les Rats, le trypanroth employé seul a échoué mais des guérisons ont pu être obtenues en associant l'acide arsénieux au trypanroth; cette association médicamenteuse a donné aussi de bons résultats dans le traitement du Surra chez les Souris et chez les Rats; dans les infections produites par *Trypanosoma gambiense,* le trypanroth employé seul ou associé à l'acide arsénieux n'a pas donné de résultats satisfaisants.

» La thérapeutique des maladies à Trypanosomes est très pauvre; dans ces conditions le trypanroth, bien que ses propriétés soient assez bornées, mérite d'attirer l'attention. J'espère pour ma part que ce nouveau médicament associé à l'acide arsénieux pourra rendre des services dans le traitement de quelques Trypanosomiases. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés de différentes substances relativement à l'émission pesante.* Note de M. R. **Blondlot.**

« Dans une Note précédente [1] j'ai cité un certain nombre de corps ayant la propriété de projeter spontanément et continuellement une émission pesante; je vais donner des renseignements plus complets sur ce sujet. Une pièce d'argent est une source d'une telle émission que j'ai fréquemment employée; mais, si l'on nettoie exactement la pièce par un procédé mécanique quelconque, l'émission cesse complètement. Il suffit alors de la chauffer à 100°, à l'air libre, pendant quelques minutes pour que, une fois refroidie, elle ait acquis de nouveau la propriété de produire indéfiniment une émission pesante. Les mêmes particularités sont présentées par l'argent pur, le cuivre, le mercure, le fer, le zinc, le bronze des monnaies.... Le plomb fait exception : quelque fraîchement nettoyé, gratté même, qu'il puisse être, il produit une émission; au contraire, un

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1473.

morceau de plomb terni par une longue exposition à l'air, un fragment d'un tuyau ancien, par exemple, est inactif.

» Tous les liquides que j'ai essayés sont actifs : eau commune, eau salée, acide sulfurique pur, glycérine, essence de térébenthine, huile de vaseline, alcool ; de même le goudron de Norvège, le camphre et, d'une manière générale, toutes les substances odorantes.

» Sont inactifs : le platine, l'iridium, le palladium, l'or, le verre sec, le soufre fondu, le plâtre, la craie ; un fragment de moellon s'est montré, au contraire, actif.

» Les résultats qui précèdent, vérifiés un grand nombre de fois au cours d'expériences que je poursuis depuis plusieurs mois, concordent, à ce qu'il me semble, avec les réflexions que M. Berthelot a communiquées à l'Académie, dans la séance du 20 juin dernier [1]. D'après ces faits, il devient en effet bien probable que, comme le soupçonne l'illustre savant, ce n'est pas aux métaux eux-mêmes que l'on doit attribuer l'émission pesante, mais bien à des combinaisons dues à des actions chimiques très faibles produites à la surface des corps métalliques ; de même, l'activité des liquides, dont la tension de vapeur n'est, sans doute, jamais absolument nulle, et celle des corps odorants peuvent être vraisemblablement attribuées à des composés volatils.

» Je souhaite vivement que l'étude de ces phénomènes soit reprise, à ce point de vue, par des chimistes compétents. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines des Névroptéridées.* Note de M. GRAND'EURY.

« Après la découverte annoncée par M. R. Kidston d'un échantillon réunissant, attachés au même rachis, des *Rhabdocarpus* et des pinnules de *Nevropteris,* après les observations présentées par M. Zeiller sur les Cycadofilicinées [2], le moment paraît venu d'exposer les raisons multiples, très incomplètement résumées dans ma Communication du 7 mars sur un autre sujet [3], qui me portent à admettre que les *Alethopteris, Nevropteris, Odontopteris, Linopteris,* etc. ont mûri des graines et sont des Cycadinées primitives à frondes de fougères.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1553.

(2) *Comptes rendus,* 1904, p. 663.

(3) *Comptes rendus,* 1904, p. 610.

» Je suis arrivé à ce résultat inattendu en recherchant dans les schistes houillers les organes de végétation correspondant aux graines autres que celles aujourd'hui connues des Cordaïtes : je n'ai partout trouvé que des Névroptéridées ou des formes dérivées.

» Ces plantes dominent dans le nord de la France les autres fougères et forment bien à Saint-Étienne le septième de la végétation fossile. Elles sont bien différentes des autres fougères dont depuis longtemps je les ai séparées (¹). Entassées dans la roche, elles comprennent, mélangés aux frondes, sans tiges évidentes : des stipes de diverses grosseurs très rameux, régulièrement striés, accompagnés de beaucoup de canaux gommeux; des folioles stipales très nombreuses cycloptéroïdes qu'il est parfois impossible de distinguer des *Doleropteris*, et de longues feuilles membraneuses paraissant n'avoir pas eu à l'état vivant plus de consistance que les feuilles basilaires aquatiques des *Ceratopteris*, et, entremêlé à tout cela, un abondant chevelu radiculaire aquatique.

» Cela posé, lorsque l'on explore les roches les plus fossilifères du terrain houiller, on constate, dans le nord comme dans le centre de la France, que les débris des végétaux fossiles les mieux connus dans toutes leurs parties sont très souvent rassemblés pour ainsi dire sans mélange, comme ceux de plantes au plus haut degré sociales. C'est ainsi que nombre de bancs et veines de schiste, ou même de houille, sont pour ainsi dire exclusivement remplis ou formés des divers organes, soit de Lépidophytes, soit de Calamariées, soit de Pécoptéridées, soit de Névroptéridées, soit de Cordaïtées, pour ne citer que les groupes principaux dont les parties diverses sont même parfois enfouies à côté de leurs racines en place.

» Dans ces conditions, il n'y a pas de graines ou que quelques graines égarées, avec les Lépidophytes, Calamariées, qu'accompagnent leurs fructifications cryptogamiques respectives. Au contraire, avec les Cordaïtes, gisent ordinairement leurs graines à symétrie binaire, et avec les Névroptéridées, quoique moins généralement, d'autres graines à symétrie axiale qui semblent tout aussi bien devoir leur appartenir, d'autant plus qu'elles ne cohabitent pas avec les Cordaïtes seules, qu'elles ne sont pas les mêmes avec les différents genres de Névroptéridées, et qu'elles sont nombreuses et variées là où ces genres sont largement représentés. D'ailleurs, à Saint-Étienne, dans les niveaux riches en ces deux sortes de graines, j'ai vainement recherché d'autres feuilles que des Cordaïtes et des Névroptéridées,

---

(¹) *Flore carb.*, 1877, p. 104.

même là où les fossiles sont mélangés, ce qui est le cas le plus fréquent.

» Il semble d'après cela que les Névroptéridées aient porté les graines qui les escortent communément. Mais, pour trancher une question de cette importance, il faut plus que des généralités : il faut apporter des observations spéciales plus probantes.

» Il y a longtemps qu'a été signalée la présence ordinaire du *Pachytesta gigantea* Br. avec l'*Alethopteris Grandini* Br., et qu'ont été figurées ces grosses graines, longues de $0^m,10$, attachées à un rachis (1). Depuis, à Saint-Étienne, en vingt endroits différents, je les ai trouvées en plus ou moins grand nombre avec ces feuilles, et leurs stipes, auxquels se relient assez bien les pédoncules plus charbonneux qui les ont portées. Dans la vallée du Gier, sont non moins inséparablement associés des *Pachytesta* moitié plus petits à des *Alethopteris* semblables à pennes seulement plus aiguës et pinnules plus courtes. Dans une dépendance moins marquée, sont répandus à Bully-Grenay, avec l'*Alethopteris Serlii* Br., de très petits *Pachytesta* longs de $0^m,03$ seulement.

» Ces graines striées régulièrement par de nombreux faisceaux vasculaires, et prédisposées à s'ouvrir en trois valves, ont été décrites par divers auteurs sous les noms de *Carpolithes multistriatus* St. *Trigonocarpus Schulzianus* Fied., *Rhabdocarpus Mansfieldi* Lesq., etc. Une graine de Douai, réunissant le double caractère d'être trigone et d'avoir des stries longitudinales, relie les *Pachytesta* aux *Trigonocarpus*. Qu'étaient les plantes-mères de ces dernières graines? Certains *Trigonocarpus* d'Ostricourt m'ont bien paru devoir se rapporter à quelque Névroptéridée; pour le savoir, de nouvelles recherches sur le terrain sont nécessaires.

» Sans connaître les graines du *Nevr. heterophylla*, je m'autorise de la découverte de M. Kidston pour rattacher au *Nevr. flexuosa* St. du Gard, les petites graines également striées qui suivent cette espèce isolée. Dans plusieurs charbonnages du Nord je n'ai pas eu de peine à trouver avec divers autres *Nevropteris* des graines semblables, quoique plusieurs d'entre elles soient munies d'ailes au nombre de 6 ou de 12 suivant les espèces.

» A Saint-Étienne, à des *Nevropteris* modernes plus coriaces et à nervures plus serrées, sont associées des graines plus fortes, notablement plus charbonneuses, marquées à la surface de 6 sillons alternant avec 6 crêtes.

» Aux *Odontopteris* se rattachent, aussi bien que leurs feuilles stipales,

---

(1) *Flore carb.*, p. 565, pl. XXVI, fig. 5.

des graines (*Odontopterocarpus*) très petites, peu apparentes, striées, ailées; sur leur empreinte on compte tantôt 6 tantôt 12, soit sur les deux faces de la graine écrasée 12 ou 24 stries auxquelles correspondent autant d'ailes si minces qu'elles sont le plus souvent indiscernables.

» Aux *Linopteris Brongniarti* Gut. paraissent aussi se relier, quoique d'une manière moins certaine, des graines fort singulières, de dimension moyenne, à coque hexagone (dont le *Trig. schizocarpoides* Gr. ne représente que la moitié) enveloppée d'une tunique filandreuse indépendante, très délicate, le plus souvent détruite. A signaler à Liévin, sans préjuger de leur dépendance, des graines hexagones beaucoup plus petites entre les feuilles accumulées du *Lin. sub Brongniarti*.

» D'autres graines analogues, la plupart très petites, appartiennent sans doute aussi à des Névroptéridées.

» En les laissant pour le moment de côté, ainsi que celles pouvant correspondre à d'autres catégories de feuilles assez rares, les graines les plus inséparablement associées aux Névroptéridées, présentant comme elles un certain air de famille, sont symétriques autour d'un axe, possèdent une chambre pollinique [1], sont polygones, polyptères, à valves, ailes, côtes, stries en nombre multiple de 3 et peut-être en progression géométrique 3, 6, 12, 24; leur testa est mince ou épais, plissé à angles vifs, ou replié de manières diverses, ou ailé; les ailes sont minces ou ligneuses, larges ou étroites, égales ou alternativement plus fortes et plus faibles, et, lorsque les plis et les ailes manquent, la graine est striée par des faisceaux vasculaires et non par des fibres comme les *Rhabdocarpus* (nom créé par Göppert et appliqué par lui à des graines plates à symétrie binaire).

» Mon maître Ad. Brongniart a commencé l'étude anatomique de celles de ces graines dont la structure est conservée dans les calcédoines de Grand'Croix. Sur les 17 premiers genres reconnus [2], 7 répondent à la définition précédente; M. Renault en a découvert d'autres qui, joints à plusieurs types différents non silicifiés, portent le nombre des genres à plus de 15. Le Stéphanien possède des types étrangers au Westphalien, les types communs sont représentés de part et d'autre par des espèces différentes. Le nombre des espèces connues dépasse 40.

» On trouve les graines isolées, ou accolées latéralement; rarement on les voit insérées sur deux rangs opposés, à un pédoncule terminé par une

---

(1) Brongniart, *Recherches sur les graines silicifiées*, 1881, p. 18 et 19.

(2) *Ann. des Sciences nat.*, 1874, p. 234, *Pl. XXI, XXII* et *XXIII*.

graine, sans bractées comme dans les Cycas, tandis que celles des Cordaïtes sont nées à l'aisselle ou entourées d'écailles foliaires. Les inflorescences femelles sont, à Saint-Étienne, privées de pinnules et paraissent indépendantes des frondes, ce qui diminue beaucoup les chances de découvrir les graines unies aux feuilles.

» Faute de posséder des échantillons établissant les rapports des unes avec les autres, j'ai soumis l'attribution des graines à une dernière épreuve : sachant qu'avec les Cordaïtes, se trouvent de nombreuses inflorescences mâles, j'ai cherché à savoir s'il y en a aussi avec les Névroptéridées?

» A la vérité, avec celles-ci, on n'aperçoit que de très insignifiantes traces d'organes mâles, et un doute pourrait s'élever contre leur gymnospermie, si l'on ne remarquait qu'étant menus et peu consistants, ces organes éphémères ont généralement dû échapper à la fossilisation. Le fait est que dans le bassin de Douai, au milieu des empreintes de *Nevropteris,* dans les schistes les plus fins, on découvre, à la loupe, de nombreux vestiges de fleurs et de capsules lisses groupées parfois comme dans les *Sorocladus* Lesq., mais si mal conservés qu'il y aurait à désespérer d'en connaître jamais la nature s'il ne s'en trouvait heureusement de pareils avec les graines silicifiées.

» Les inflorescences présumées mâles ne sont pas non plus exceptionnellement rares. Il me semble bien avoir en main celle spiraloïde, fort altérée, de l'*Od. minor* Br., et plus nette du *Nevr. flexuosa,* cette dernière portant, à l'extrémité recourbée d'un long celle et grêle pédicelle strié, des brins latéraux auxquels sont suspendues sur un seul rang d'épaisseur des capsules allongées serrées les unes contre les autres. A signaler encore des disques floraux avec les *Linopteris.* »

ASTRONOMIE. — *Presentation du quinzième Bulletin chronométrique* (1902-1903) *de l'Observatoire de Besançon.* Note de M. **Lœwy.**

« M. Lœwy présente à l'Académie le quinzième Bulletin chronométrique de l'Observatoire de Besançon, pour l'année 1902-1903, publié par M. A. Lebeuf, Directeur de cet établissement.

» Ce Bulletin renferme :

» Une Notice sur la vie et l'activité scientifique de M. Gruey, Directeur de l'Observatoire;

» L'exposé des travaux accomplis dans l'intérêt de la chronométrie bisontine et des mesures prises pour apporter la plus grande exactitude dans l'étude de la marche des chronomètres;

» Un tableau des résultats obtenus, permettant de se convaincre des progrès sérieux réalisés par la fabrique de Besançon;

» Un historique intéressant relatif aux diverses phases du développement graduel de l'industrie horlogère dans les deux derniers siècles.

» Il contient enfin deux Mémoires très instructifs : l'un, de M. Antoine, sur les conditions permettant d'atteindre le meilleur isochronisme; le second, de M. Paulin, sur la description des appareils installés pour la distribution de l'heure en différents points de la ville. »

M. **Laveran**, en faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier en collaboration avec M. F. Mesnil, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Trypanosomes et Trypanosomiases*, que je viens de publier en collaboration avec M. F. Mesnil. La question des Trypanosomes et des maladies qu'ils produisent s'est considérablement élargie dans ces dernières années. En 1892 on ne connaissait, en fait de Trypanosomiase, que le Surra de l'Inde. Il a fallu inscrire successivement sur la liste des épizooties produites par des Trypanosomes : le Nagana ou Maladie de la mouche tsétsé, la Dourine, le Mal de caderas, le Galziekte, la Mbori; enfin l'existence de Trypanosomes pathogènes pour l'homme a été démontrée et une grande endémie de l'Afrique équatoriale, la Maladie du sommeil, a pris place parmi les Trypanosomiases.

» Nous avons été assez heureux pour réunir, à l'Institut Pasteur, la plupart des Trypanosomes pathogènes, ce qui nous a permis d'étudier, chez un grand nombre d'espèces animales, l'évolution des maladies qu'ils produisent et de comparer entre elles ces maladies; nous avons réussi ainsi à démontrer que le Surra, le Nagana et le Caderas sont des entités morbides distinctes.

» Après les Trypanosomes des Mammifères nous avons étudié ceux des Oiseaux, des Chéloniens, des Batraciens et des Poissons.

» Il n'existait encore, ni en France, ni à l'étranger, de Monographie consacrée à l'étude des Trypanosomes et des Trypanosomiases; nous espérons donc que cet Ouvrage pourra rendre des services. »

M. **Giard** fait hommage à l'Académie, dans les termes suivants, d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre *Controverses transformistes* :

« Cet Ouvrage est la réimpression d'anciennes leçons du Cours que je professe à la Sorbonne et aussi de divers articles publiés autrefois dans des revues où il était souvent devenu difficile de les consulter. C'est un ensemble de documents pouvant servir à l'histoire des doctrines transfor-

mistes et des discussions auxquelles elles ont donné lieu dans le dernier quart du XIXe siècle. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, dans la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Lechartier*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 33,

M. Fliche obtient la majorité absolue des suffrages.

M. **Fliche** est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **Waldeyer**, nommé Correspondant, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 10e année de l'« Année psychologique », publiée par M. *Alfred Binet*. (Présentée par M. Giard.)

2° Un Volume de MM. *E. de Wildeman* et *L. Gentil*, ayant pour titre : Lianes caoutchoutifères de l'État indépendant du Congo ». (Présenté par M. Guignard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions représentables analytiquement*. Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Jordan.

« Je dis qu'une fonction est représentable analytiquement s'il est possible de la construire à partir des variables et de constantes en effectuant une infinité dénombrable de fois, au plus, les opérations : addition, multiplication, passage à la limite. L'ensemble E de ces fonctions, qui ne peut être restreint si l'on veut qu'une série et un produit infini de fonctions de E soient toujours une fonction de E, n'est pas élargi si l'on ajoute aux opé-

rations citées celles qui correspondent aux signes —, :, $\sqrt[n]{\ }$, sin, et d'une manière générale au signe $f(t_1, t_2, \ldots, t_n)$ si f est, d'après la définition précédente, représentable analytiquement.

» Je dis qu'une fonction est définie analytiquement si elle est l'une des racines d'un système d'équations formées en égalant à zéro des fonctions de E portant sur les variables et les fonctions inconnues. Il est évident que l'ensemble E_1 de ces fonctions contient E, il n'est pas évident que ces deux ensembles soient identiques.

» Sans restreindre pratiquement le champ des applications, on peut se borner à la considération des fonctions de E_1; mais, pour que cela soit possible, il faut connaître une propriété, que l'on supposera vraie, de toutes les fonctions que l'on considérera, qui appartienne à toutes les fonctions de E, sans appartenir à toute fonction.

» En précisant et complétant une indication donnée dans ma thèse, j'ai obtenu une propriété caractéristique des fonctions de E_1. *Ces fonctions sont les fonctions mesurables* B, c'est-à-dire celles pour lesquelles, quels que soient a et b, l'ensemble E $(a \leqq f \leqq b)$ des points où la fonction satisfait à l'inégalité indiquée appartient à la famille des ensembles mesurables par les procédés de M. Borel, ensembles que j'ai nommés *mesurables* B. Ces ensembles s'obtiennent en effectuant, à partir d'intervalles [1], un nombre fini ou dénombrable de fois les deux opérations O_1, O_2 qui fournissent la partie commune et la somme d'une infinité dénombrable d'ensembles donnés.

» On peut donner pour ces ensembles une classification tout à fait parallèle à celle que M. Baire a fait connaître pour certaines fonctions. Les ensembles fermés seront ceux de la classe o; puis, α étant un nombre fini ou transfini de la première classe de nombres transfinis, les ensembles de classe α au plus s'obtiendront à partir des ensembles des classes inférieures en effectuant d'abord O_1, puis O_2 et en passant aux complémentaires. Quand on se borne à l'opération O_2 on a ce que j'appelle les ensembles de rang α au plus [2].

---

[1] Un intervalle est l'ensemble des points $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ tels que l'on ait

$$a_1 \leqq x_1 \leqq b_1, \quad a_2 \leqq x_2 \leqq b_2, \quad \ldots, \quad a_n \leqq x_n \leqq b_n;$$

les a et les b étant des constantes.

[2] Si α est fini ou transfini de la première espèce, il est inutile d'effectuer l'opération O_1; les ensembles de rang α sont alors de classe $\alpha - 1$.

» Voici maintenant des énoncés qui montrent le parallélisme des deux classifications :

» *Pour qu'une fonction f soit de classe* α *au plus, il faut et il suffit que tout* $E(a \leqq f \leqq b)$ *soit de classe* α *au plus.*

» *Pour qu'une fonction f soit de classe* α *au plus, il faut et il suffit que, quel que soit le nombre positif* ε, *on puisse considérer le domaine où f est définie comme la somme d'une infinité dénombrable d'ensembles de rang* α *sur chacun desquels l'oscillation de f ne surpasse pas* ε.

» Comme conséquence de ces théorèmes et d'autres analogues, on voit facilement que *toute fonction définie analytiquement est exprimable analytiquement,* et même est l'une de celles auxquelles s'applique la classification de M. Baire.

» Les théorèmes précédents m'ont aussi permis de déduire la classe d'une fonction de sa nature en certains points; à ce sujet je me contenterai d'indiquer que ces théorèmes m'ont conduit à la définition d'une propriété que j'appelle la continuité (α) et qui se réduit à la continuité ordinaire pour $\alpha = 1$. On a alors l'énoncé suivant, généralisation d'un théorème de M. Baire :

» *Pour qu'une fonction soit de classe* α *au plus, il faut et il suffit qu'elle soit ponctuellement discontinue* (α) *sur tout ensemble parfait.*

» Les définitions des différentes classes de fonctions et d'ensembles ne prouvent pas l'existence de ces classes; j'ai réussi à nommer des fonctions, et par suite des ensembles, de toute classe. J'ai pu aussi nommer *une fonction qui, n'étant d'aucune classe, échappe à toute définition analytique.* Une telle fonction fait connaître des ensembles non mesurables B. Ceux de ces ensembles que j'ai ainsi obtenus étaient mesurables par les procédés que j'ai indiqués dans ma Thèse.

» Bien que la classification des ensembles et des fonctions, dont toutes les classes existent effectivement, je le répète, soit, à mon avis, de nature à fournir une base solide pour la théorie des nombres transfinis, j'ajoute que ces nombres transfinis n'interviennent pas dans les démonstrations si l'on se borne à considérer les classes à indices finis. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie générale des réseaux et des congruences.* Note de M. ÉMILE MARTIN.

« Soit M un point de l'espace à n dimensions qui décrit un réseau [1]. Ses cordonnées $x_1, \ldots, x_n$ seront solutions d'une même équation de Laplace :

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = P\frac{\partial \theta}{\partial u} + Q\frac{\partial \theta}{\partial v}. \tag{1}$$

» Soient $y_1, \ldots, y_n$ les coordonnées d'un point N qui décrit un réseau parallèle au réseau M. On aura

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial y_i}{\partial u} &= h\frac{\partial x_i}{\partial u} \\ \frac{\partial y_i}{\partial v} &= l\frac{\partial x_i}{\partial v} \end{aligned}\right\} \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

avec les équations de condition

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial v} &= -P(h - l), \\ \frac{\partial l}{\partial u} &= Q(h - l). \end{aligned}\right. \tag{2}$$

MN engendre la congruence la plus générale conjuguée au réseau M. θ étant une solution quelconque de l'équation (1), les points R et S dont les coordonnées sont

$$\text{(R)} \qquad x_i - \frac{\theta}{\dfrac{\partial \theta}{\partial u}}\frac{\partial x_i}{\partial u}, \qquad x_i - \frac{\theta}{\dfrac{\partial \theta}{\partial v}}\frac{\partial x_i}{\partial v} \qquad (i = 1, \ldots, n) \qquad \text{(S)}$$

sont les foyers de la congruence la plus générale harmonique à M.

» Considérons une quelconque des fonctions θ_1 définies par les relations

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial \theta_1}{\partial u} &= h\frac{\partial \theta}{\partial u}, \\ \frac{\partial \theta_1}{\partial v} &= l\frac{\partial \theta}{\partial v}; \end{aligned}\right. \tag{3}$$

---

(1) Voir GUICHARD, *Sur les systèmes orthogonaux et les systèmes cycliques* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, décembre 1898).

θ_1 est une solution de l'équation de Laplace relative au réseau N et la droite qui joint les points R', S' de coordonnées

$$(R') \qquad y_i - \frac{\theta_1}{\frac{\partial\theta_1}{\partial u}} \frac{\partial y_i}{\partial u}, \qquad y_i - \frac{\theta_1}{\frac{\partial\theta_1}{\partial u}} \frac{\partial y_i}{\partial v} \qquad (i = 1, \ldots, n) \qquad (S')$$

engendre la congruence la plus générale harmonique à N et parallèle à RS.

» Les droites RR', SS' se coupent en un point P de MN. Lorsque u varie seul, les trajectoires des points S et S' sont respectivement tangentes aux droites SR, S'R'; de même, quand v varie seul, les trajectoires des points R et R' sont respectivement tangentes à RS et R'S'. La trajectoire du point P est donc tangente à PR quand u varie seul, à PS quand v varie seul. De plus, le système de courbes décrit par P est un réseau. Réciproquement, un réseau quelconque P, conjugué à la congruence MN, coupe les plans tangents aux réseaux M et N suivant deux congruences parallèles et harmoniques à ces réseaux. Il en résulte le théorème :

» *On obtiendra tous les réseaux conjugués à la congruence* MN *et les tangentes correspondantes, en joignant les foyers* R *et* R', S *et* S' *de deux congruences parallèles et harmoniques, respectivement aux réseaux parallèles* M *et* N.

» Les formules (4) définissent θ_1 à une constante additive près a. A toute solution θ de (1) correspondra donc une infinité de réseaux P, dont les plans tangents se couperont suivant la droite RS. Soient P_1, P_2, P_3, P_4 quatre de ces réseaux. Le rapport anharmonique (P_1, P_2, P_3, P_4) est égal à celui des plans tangents aux réseaux P_1, P_2, P_3, P_4 et, par suite, à celui des points correspondants R_1, R_2, R_3, R_4 sur NR'. L'expression des coordonnées des points $R_1, \ldots, R_4$ montre que leur rapport anharmonique est égal à celui des valeurs de la constante a relatives à ces points. Il est donc constant. On obtient ainsi une généralisation de la propriété signalée par M. Guichard pour les réseaux parallèles conjugués à une congruence, à savoir :

» *Si les plans tangents à quatre réseaux conjugués à une congruence se coupent constamment suivant une même droite, le rapport anharmonique des points qui décrivent ces réseaux reste constant.*

» De la construction indiquée plus haut, il résulte qu'une solution de l'équation (1) fait connaître une infinité de réseaux conjugués à la congruence et que réciproquement à un réseau conjugué à MN correspond une infinité de solutions de l'équation (1). Remarquons aussi que la con-

naissance d'un réseau N parallèle à M implique la connaissance d'un système de solutions des équations (2). D'ailleurs, la résolution du système (2) se ramène à la résolution de l'équation adjointe de (1), que l'on saura résoudre complètement si l'on sait résoudre l'équation (1) [1]. Nous retrouvons ainsi les théorèmes suivants, découverts par M. Darboux [2] :

» *La resolution d'une équation aux dérivées partielles de la forme* (1) *et la détermination de tous les réseaux conjugués à l'une quelconque des congruences conjuguées au réseau* M, *dont l'équation de Laplace est l'équation* (1) *sont deux problèmes équivalents.*

» *La résolution de l'équation de Laplace* (1) *relative au réseau* M *et la résolution de l'équation de Laplace relative à un réseau quelconque conjugué à une congruence quelconque conjuguée au réseau* M, *sont deux problèmes équivalents.*

» On trouve, pour les coordonnées de P,

$$Z_i = x_i + \frac{\theta}{\theta - \theta_1}(y_i - x_i) \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

et, pour l'équation de Laplace qui s'y rattache,

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial^2 \sigma}{\partial u\, \partial v} = {} & \frac{\theta_1 - l\theta}{\theta_1 - h\theta}\left[P - \frac{1-h}{1-l}\,\frac{\partial \log(\theta_1 - \theta)}{\partial v}\right]\frac{\partial \sigma}{\partial u} \\ & + \frac{\theta_1 - h\theta}{\theta_1 - l\theta}\left[Q - \frac{1-l}{1-h}\,\frac{\partial \log(\theta_1 - \theta)}{\partial v}\right]\frac{\partial \sigma}{\partial v}. \end{aligned} \right.$$

» Si donc on sait intégrer complètement (1), on saura intégrer complètement (4) et réciproquement. Pour effectuer cette transformation des équations (1), il suffira de connaître deux solutions x_1, x_2 de (1) et une solution $h - l$ de son adjointe.

» Des réseaux P conjugués à MN on déduit toutes les congruences dérivant MN et, par suite, tous les réseaux dérivés de P. D'autre part, si l'on connaît toutes les solutions de l'équation (1), on en déduira tous les réseaux μ dérivant M, enveloppes des plans G, G_1 de deux congruences conjuguées à M; on connaîtra les réseaux conjugués à G_1, par exemple, et par suite toutes les congruences harmoniques au réseau μ. Donc :

» *Si l'on sait intégrer l'équation* (1), *on saura intégrer les équations de Laplace relatives à l'un quelconque des réseaux dérivés ou dérivants d'un réseau conjugué à la congruence* MN.

---

[1] Voir G. Darboux, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, p. 98.

[2] Voir G. Darboux, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, chap. X.

» Un corollaire de ce théorème mérite d'être énoncé; c'est le suivant :

» *Deux reseaux l'un dérivé, l'autre dérivant étant donnés, l'intégration de l'équation de Laplace relative à l'un et l'intégration de l'équation de Laplace relative à l'autre sont deux problèmes équivalents.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une égalité générale commune à toutes les fonctions fondamentales.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

« Reprenons l'équation fonctionnelle

$$(1) \qquad V(m) = \lambda \int G(m, m_1)\, p(m_1)\, V(m_1)\, d\tau' + f(m)$$

en conservant les notations d'une Note précédente (*Comptes rendus* du 20 juin 1904).

» En suivant une voie, indiquée dans mon Mémoire : *Sur les fonctions harmoniques de M. H. Poincaré* (*Annales de Toulouse*, 2ᵉ série, t. II, p. 278), on démontre aisément la proposition suivante :

» *Si la fonction f satisfait à n conditions*

$$(2) \qquad \int p f V_k d\tau = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, n),$$

la fonction $V(m)$ reste holomorphe en λ, pourvu que $|\lambda| < \lambda_{n+1}$.

» Ces conditions (2) étant remplies, nous aurons [1]

$$(3) \qquad \frac{W_0}{W_1} > \lim_{k=\infty} \frac{W_k}{W_{k+1}} > \lambda_{n+1}^2.$$

» Posons

$$f = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k + R_n, \qquad A_k = \int p f V_k d\tau$$

et cherchons la solution de l'équation

$$V(m) = \lambda \int p(m_1)\, G(m, m_1)\, V(m_1)\, d\tau' + R_n$$

sous la forme de la série (4) de ma Note précédente.

---

(1) Rappelons que $W_k = \int p v_k^2 d\tau$, $v_k = \int G(m, m_1)\, p(m_1)\, v_{k-1}(m_1)\, d\tau'$.

» Il est aisé de voir que R_n satisfait à n conditions (2). Donc $V(m)$ est une fonction holomorphe en λ, pourvu que

$$|\lambda| < \lambda_{n+1} = \lim_{k=\infty} \frac{\sqrt{W_k^{(n)}}}{\sqrt{W_{k+1}^{(n)}}},$$

où l'on a désigné par $W_k^{(n)}$ l'intégrale W_k pour $f = R_n$.

» On trouve donc, eu égard à (3),

$$\frac{W_0^{(n)}}{W_1^{(n)}} = \frac{\int p R_n^2 \, d\tau}{W_1^{(n)}} \geqq \lambda_{n+1}^2. \tag{4}$$

» Supposons que la constante μ dans la fonction génératrice $G(m, m_1)$ satisfasse à une seule condition

$$4\pi\mu > \sqrt{\frac{D\beta p_1}{p_0}},$$

p_0 et p_1 désignant le minimum et le maximum de la fonction $p(m)$ dans (D), D le volume de (D).

» Dans ce cas nous aurons

$$\frac{\sqrt{W_0^{(n)}}}{\sqrt{W_1^{(n)}}} < N \frac{\int \sum \left(\frac{\partial R_n}{\partial x}\right)^2 dT}{\int p R_n^2 \, d\tau},$$

l'intégrale du numérateur étant étendue à l'espace tout entier, N étant un nombre fixe ne dépendant pas de n.

» Supposons que $f(m)$ se présente sous la forme d'un potentiel newtonien. Cette condition étant remplie, on aura

$$\int \sum \left(\frac{\partial R_n}{\partial x}\right)^2 dT < Q,$$

Q désignant un nombre fixe ne dépendant pas de n.

» Donc, en vertu de (4),

$$\int p R_n^2 \, d\tau < \frac{NQ}{\lambda_n},$$

d'où, en se rappelant que λ_n croît indéfiniment avec l'indice n,

$$\lim_{n=\infty} \int p R_n^2 \, d\tau = 0,$$

c'est-à-dire

$$\int p f^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int p f V_k d\tau.$$

» Cette égalité ayant lieu pour la fonction f se présentant sous la forme d'un potentiel newtonien, elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f qui n'est que bornée et intégrable dans le domaine (D), ce qu'on peut démontrer par la méthode indiquée dans mon récent Mémoire : *Sur certaines égalités*, etc. (*Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 1904). On peut donc énoncer ce théorème général :

» *Pour chaque suite de fonctions fondamentales, correspondant à un domaine donné* (D), *on a toujours le développement suivant :*

$$\int p f^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int p f V_k d\tau,$$

quelle que soit la fonction f, bornée et intégrable dans (D).

» La proposition analogue a lieu pour les fonctions fondamentales, définies par les conditions

$$V_k(m) = \lambda_k \int p(m_1) G(m, m_1) V_k(m_1) ds.$$

» Ces théorèmes généraux sont susceptibles de plusieurs applications importantes. »

AÉRONAUTIQUE. — *Sur la stabilisation de route des ballons dirigeables.* Note de M. **Henri Hervé**, présentée par M. Maurice Levy.

« Ayant été conduit à admettre il y a une quinzaine d'années, contrairement à l'opinion alors en faveur, que, non seulement en aviation, mais aussi en aérostation, les problèmes de stabilité propre, bien plus que ceux de réduction de la résistance à l'avancement ou d'augmentation du pouvoir propulsif, dominaient la question de la locomotion, nous avons pensé que la stabilité de route devait être étudiée isolément et résolue d'abord.

» Or, pour éliminer les difficultés inhérentes à l'emploi d'un moteur et pour éviter des constructions ruineuses, nous résolûmes de remplacer la vitesse absolue par la vitesse relative, c'est-à-dire de chercher à créer un type de ballon *captif à carène horizontale* possédant une stabilité d'orienta-

tion (stabilité de route relative) complète et permanente. Nous considérions ce problème, d'ailleurs hérissé de difficultés et infructueusement abordé jusqu'alors, comme la clé de la stabilité de celui des dirigeables; il nous intéressait infiniment en outre par l'importance de ses applications directes aéromaritimes et militaires.

» Au commencement d'octobre 1889 nous expérimentions à Boulogne-sur-Mer un premier aérostat captif allongé horizontal; mais les organes de stabilisation et leur support contenaient des éléments rigides; ceux-ci furent immédiatement brisés. Ainsi avertis, nous modifiâmes aussitôt l'arrière de l'aérostat en changeant *le mode de rigidité du support* des surfaces de rappel. La *rigidité de tension remplaçait la rigidité de cohésion.* L'extrémité arrière A de la *carène primitive* était prolongée par un cylindre C communiquant librement avec celle-ci, et de diamètre réduit, de telle sorte qu'il pût juste se soutenir et supporter les surfaces planes latérales de rappel. Cette *neutralité sustentatrice* par rapport au reste de la carène avait pour but de ne pas repousser vers l'arrière le centre de poussée général que des motifs impérieux exigent aussi rapproché que possible de l'avant.

» Ce fut l'invention et la première application du *support pneumatique.* En 1902, nous avons étendu aux surfaces mêmes de rappel le principe du support pneumatique, en flanquant le prolongement stabilisateur de l'arrière C de deux carènes fusiformes *c* de même longueur et de diamètre plus faible. Cette disposition augmente considérablement la *qualité orientatrice* de l'arrière et lui communique une grande efficacité stabilisatrice.

» L'ensemble constituait ainsi notre *gouvernail pneumatique* Cc.

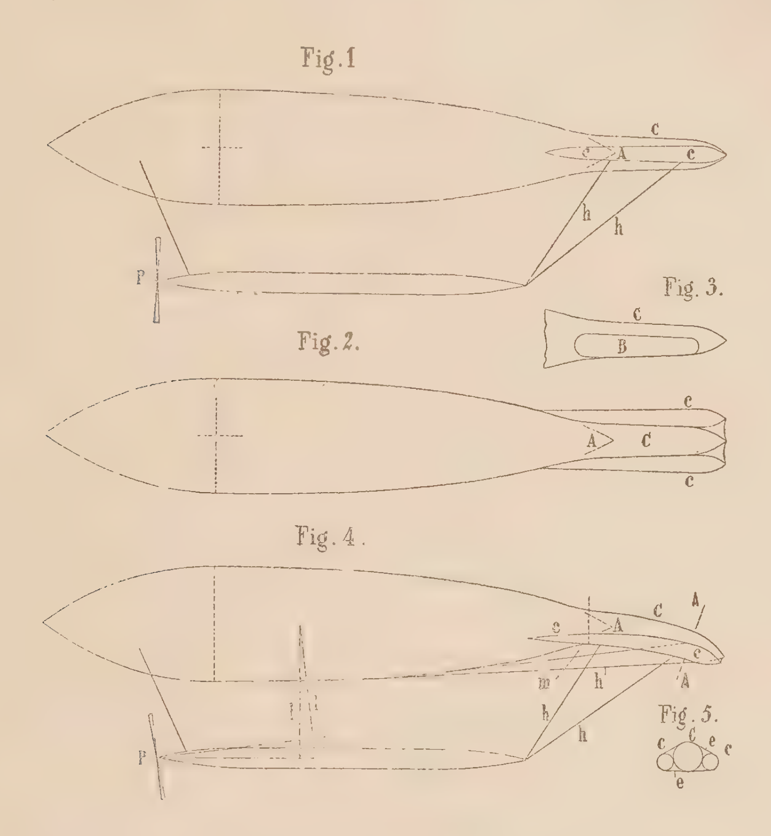
» Enfin, en 1904, nous avons fait application de cet organe, en le disposant pour une action stabilisatrice verticale (*fig.* 1 à 5), à la suppression du tangage des ballons dirigeables (instabilité que l'absence ou l'insuffisance des surfaces caudales de rapport ne permettait pas de corriger), et à la réduction du couple perturbateur dû au mode usuel d'application de l'effort propulseur.

» Le gouvernail pneumatique possède en outre ici une propriété nouvelle : la présence d'un *ballonnet caudal* intérieur B (*fig.* 3) préalablement gonflé d'air, rend son pouvoir sustentatenr indépendant de son déplacement, ce qui permet d'augmenter autant qu'il peut être utile son diamètre sans déplacer le centre de gravité général.

» Nous obtenons ainsi, pour un ballon de 10^m de diamètre, une surface de rappel de 60^{m^2} et dont le centre de gravité est situé au delà de l'arrière

primitif, qui est précisément, dans les ballons habituels, la région de débilité sustentatrice et d'inefficacité orientatrice maxima.

» Une obliquité ou une incurvation du gouvernail pneumatique vers le bas (*fig.* 4 et 5) permet une inclinaison corrélative de l'axe du propul-



seur P et une réduction d'autant plus importante du levier *l* du couple perturbateur d'origine propulsive, pour une inclinaison donnée, que l'hélice est située plus loin vers l'avant.

» Nos expériences relatives aux ballons captifs allongés s'achèvent en ce moment et vont être immédiatement continuées par les constructions automobiles aériennes dont elles constituent la préparation. »

PHYSIQUE. — *Effets comparés des rayons* β *et des rayons* N, *ainsi que des rayons* α *et des rayons* N_1, *sur une surface phosphorescente.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Henri Becquerel.

« J'ai indiqué récemment la propriété que possèdent les rayons β émanés des corps radioactifs d'augmenter, comme le font les rayons N, la visibilité d'une petite surface de sulfure de calcium, regardée normalement ([1]).

» Si l'on observe l'écran phosphorescent au travers d'une cuve remplie d'eau distillée, les changements d'aspect disparaissent à peu près totalement : sous l'action des rayons β, comme sous l'action des rayons N, le sulfure de calcium émet donc des rayons N secondaires qui accompagnent les rayons lumineux jusque sur la rétine et produisent un accroissement de sensibilité de la vision ([2]).

» On peut montrer directement que, sous l'action des rayons émis par les sels d'uranium, le sulfure de calcium devient source de rayons N.

» Un cône en aluminium, pouvant concentrer à son sommet une grande partie des rayons N reçus par la base, est approché d'un sel d'uranium. On constate d'abord que, dans ces conditions, un écran détecteur placé au sommet du cône devient légèrement plus visible, révélant une action de rayons très pénétrants émanés de la substance radioactive; on laisse alors le corps radioactif sous la base du cône d'aluminium et l'on approche une petite quantité de sulfure de calcium non insolé, n'émettant pas de rayons N d'une façon sensible : l'écran détecteur prend une netteté beaucoup plus considérable, montrant qu'au voisinage du sel d'uranium le sulfure de calcium émet des rayons N comme s'il avait été insolé.

» M. Curie ayant eu l'amabilité de me prêter quelques échantillons d'oxyde de bismuth polonifère (activité 60 environ), j'ai pu étudier l'action des rayons α sur la visibilité d'une surface phosphorescente, et j'ai constaté les faits suivants :

» 1° Lorsqu'on approche le polonium d'une petite croix lumineuse de sulfure de calcium, la visibilité de cette croix diminue d'une façon considérable, comme sous l'action d'un rayonnement N_1 intense. Le sel de polonium étant contenu dans un tube de verre non fermé, l'action sur le

---

([1]) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 20 juin 1904, p. 1588.

([2]) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 16 mai 1904, p. 1204.

sulfure de calcium se constate tout autour de l'orifice, même à une distance d'une dizaine de centimètres.

» 2° Cette action du polonium est bien due aux rayons α; elle ne se produit plus, en effet, quand le tube est bouché, ou quand le polonium est enveloppé d'une feuille de papier qui suffit pour arrêter les rayons α.

» 3° Lorsque les rayons α sont arrêtés, on constate au contraire que l'approche du polonium augmente légèrement la visibilité du sulfure de calcium. Cette action est due à des rayons pénétrants qui traversent le verre du flacon contenant la substance; et même, en plaçant le polonium sous la base d'un cône en aluminium, on observe un très léger accroissement de visibilité d'un écran placé au sommet du cône.

» Les rayons pénétrants produisant cette action sont peut-être les rayons γ du polonium ou les rayons secondaires qu'ils provoquent. Ce sont peut-être aussi des rayons N émanés de la substance.

» 4° Si l'on regarde au travers d'une cuve d'eau distillée l'écran phosphorescent soumis à l'action des rayons α, non seulement on ne constate plus de diminution de visibilité, mais on voit le sulfure de calcium prendre une luminosité un peu plus grande, à condition toutefois que le polonium soit très rapproché de la substance phosphorescente; ce fait n'est pas surprenant, car on sait que les rayons α excitent la phosphorescence.

» En remplaçant l'eau distillée par de l'eau salée, la diminution de visibilité de l'écran sous l'action des rayons α s'observe comme si l'eau salée n'était pas interposée.

» Le fait que l'eau distillée ne permet plus d'observer la diminution de netteté de l'écran de sulfure de calcium montre que sous l'action des rayons α cette substance émet normalement à sa surface des rayons N_1. On peut encore mettre en évidence ce phénomène en disposant une petite quantité de polonium sous la base d'un cône d'aluminium : on constate que du sulfure de calcium approché du polonium émet une grande quantité de rayons N_1 qui diminuent la visibilité d'un écran détecteur placé au sommet du cône.

» On voit, en résumé, que les radiations émises par le polonium agissent de façons diverses sur le sulfure de calcium. Certains rayons produisent la même augmentation de visibilité que les rayons N; les rayons α, quoique excitant légèrement la phosphorescence, diminuent considérablement la netteté de l'écran détecteur, au point qu'ils masquent complètement l'action contraire des autres rayons ainsi que la légère augmentation d'éclat qu'ils produisent eux-mêmes.

» Le sulfure de calcium est extrêmement sensible à l'action des rayons émanés des corps radioactifs. Il décèle ces radiations dans des conditions où il serait impossible de réaliser une impression sur la plaque photographique ou de constater d'une façon certaine la décharge d'un électroscope. Je me propose d'utiliser cette sensibilité du sulfure de calcium pour rechercher si l'augmentation de visibilité de l'écran que l'on observe avec le polonium, quand les rayons α sont arrêtés, ne serait pas due en partie à des rayons β qui jusqu'à présent n'auraient pu être mis en évidence.

» L'analogie entre les actions produites par les rayons N et les rayons β, ainsi que par les rayons N_1 et les rayons α, est d'autant plus frappante que les radiations émanées de certaines sources de rayons N et N_1 (acier, larmes bataviques, sulfure de calcium insolé) subissent une action du champ magnétique ([1]). L'étude de ce dernier phénomène m'a conduit, comme je le montrerai dans une prochaine communication, à réaliser quelques expériences qui rendent le rapprochement encore plus remarquable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons cathodiques. Réponse à la Note de M. Pellat.* Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

« Dans une Remarque récente ([2]), au sujet de la Note que j'ai publiée sur les *Rayons magnétocathodiques,* M. Pellat fait observer que sa théorie de la Magnétofriction ne s'applique pas à ces rayons. Je suis sur ce point entièrement de son avis et il ne pouvait entrer dans ma pensée de considérer comme résistant un champ qui paraissait, au contraire, avoir sur les rayons une action motrice. J'ai simplement voulu dire que, dans ses travaux sur les rayons cathodiques, M. Pellat s'est trouvé, nécessairement d'ailleurs, en présence de rayons magnétocathodiques et qu'il a interprété les faits par une hypothèse sur les rayons ordinaires. La lecture des Mémoires publiés sur cette question par l'auteur ne laisse aucun doute.

» On y lit en effet ([3]) :

» *Le flux* A ([4]) *n'est soumis à aucune action électromagnétique tendant à le dé-*

([1]) Jean Becquerel, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 20 juin 1904, p. 1586.

([2]) *Comptes rendus,* 20 juin 1904.

([3]) *Comptes rendus,* t. CXXXIV, 1902, p. 353.

([4]) D'autres rayons sont désignés sous le nom de *flux* B.

vier perpendiculairement aux lignes de force, que le champ soit intense ou faible. Il s'échappe toujours de la cathode dans la direction du champ, que cette direction soit normale, oblique ou tangentielle à cette surface.

» Et, quelques lignes plus bas :

» *La netteté du tube dessiné par le flux A dans sa partie latérale est indépendante de la pression du gaz*, dans les limites de pression où j'ai pu suivre le phénomène, c'est-à-dire depuis 4^{mm} de mercure jusqu'à $0^{mm},004$ (tube de Crookes très résistant). La netteté de la surface latérale du tube dépend évidemment de l'intensité du champ ».

» Or, ces rayons, visibles sous des pressions élevées, toujours dirigés suivant le champ, sont évidemment ceux que Plücker avait entrevus, et que j'ai appelés *magnétocathodiques*.

» Une seconde Note ([1]), dont le but est clairement exposé (p. 698), montre que c'est bien à ces mêmes rayons que se rapporte l'interprétation proposée par l'auteur, qui d'ailleurs rappelle à ce sujet ses précédentes observations.

» M. Pellat admet, il est vrai, maintenant que par l'effet de la magnétofriction les rayons ordinaires s'enroulent autour des lignes de force, en formant avec elles des angles de plus en plus aigus, au point d'arriver, dans les champs intenses, à se confondre avec ces lignes ; ils suivraient donc les mêmes trajectoires que les rayons magnétocathodiques, mais resteraient distincts de ces derniers. Il est regrettable que les expériences nouvelles conduisant à cette conclusion n'aient pas été décrites. Je n'ai trouvé à ce sujet que l'expérience dans laquelle un faisceau dévié par un champ horizontal croissant se relève d'abord dans un plan vertical, puis s'écarte de ce plan quand le champ dépasse 140 unités et finit par se placer dans le plan horizontal, où il figure alors le tube de force ayant pour base la cathode ([2]).

» Cette déviation progressive n'est autre que l'accomplissement progressif normal d'une première spire d'hélice, qui est complète au moment où la tache phosphorescente arrive à la ligne de force issue du centre de la cathode, ligne qui constitue la génératrice fixe commune à tous les cylindres sur lesquels s'enroulent les rayons. Le passage de la trace du faisceau au sommet de l'ampoule, pour un champ de 140 unités ([3]), n'est qu'une phase du phénomène.

» L'absence des spires suivantes, qui devraient être nombreuses dans un champ de 7000 unités, serait un argument très probant en faveur de la ma-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 697.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 699.

([3]) Avec des rayons de vitesse différente on aurait une autre valeur du champ.

gnétofriction, si cette absence était un phénomène constant; mais il ne semble pas qu'il en soit ainsi. On peut, en effet, observer aisément cinq spires dans un champ croissant jusqu'à 1500 unités, c'est-à-dire très supérieur à la limite donnée par M. Pellat ([1]) pour la disparition de l'effet électromagnétique ordinaire. Il suffit de prendre une cathode plane masquée par des écrans dont l'un, placé très près d'elle, porte une petite ouverture limitant l'afflux cathodique tout en conservant l'uniformité du champ électrique. L'ampoule peut être réduite à la demi-sphère utile ou contenir un écran fluorescent. Dans ces conditions, les faisceaux sont limités et la tache fluorescente décrit sur l'écran la courbe prévue par les lois ordinaires : toutes les boucles sont tangentes à la droite (ou l'arc de grand cercle) passant par le point initial d'arrivée des rayons et la trace de la ligne de force menée du point d'émission. La présence de rayons diversement déviables ne gêne pas l'observation, ceux-ci venant nécessairement frapper l'écran en des points de la même courbe : l'aspect est celui d'une petite comète décrivant une série d'orbites de diamètres décroissants. La courbe semble bien être la même, qu'elle soit décrite par des rayons très déviables dans des champs faibles, ou par des rayons peu déviables dans des champs plus intenses. Quand le faisceau magnétocathodique apparaît, son faible diamètre n'empêche pas d'observer les autres qui s'affaiblissent toutefois à ce moment et finissent par disparaître. Ce faisceau se distingue aisément parce qu'il illumine le gaz sur son trajet.

» J'ajouterai que, s'il existait suivant une ligne de force un rayon ordinaire et un rayon magnétocathodique superposés, un champ électrostatique les dévierait dans deux directions rectangulaires, ce qui permettrait de les séparer. Je n'ai observé aucun dédoublement de ce genre. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la coexistence et l'impossibilité de constater des températures voisines très différentes.* Note de M. **Ernest Solvay**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans une Note précédente [*Sur la potentialisation spécifique et la concentration de l'énergie* (*Comptes rendus,* 22 février 1904)] j'ai cherché à expliquer les phénomènes énergétiques développés par les substances radioactives, en considérant ces substances comme composées de molécules

---

([1]) *Loc. cit.*

aptes à recevoir, à potentialiser spécifiquement et, par suite, à concentrer des rayons énergétiques à taux élevés généralement épars et potentialisés eux-mêmes dans nos milieux.

» Si l'existence de semblables rayons, telle, par exemple, celle de rayons à taux thermique élevé dans un milieu dit à température constante et relativement peu élevée, semble difficile à admettre, cela tient à ce que l'on envisage généralement ces milieux comme uniformément composés d'éléments ayant atteint un état d'équilibre énergétique.

» A notre avis, de tels milieux en équilibre ne sont jamais réalisés dans la nature et, par exemple, l'on ne saurait admettre comme une réalité l'uniformité des températures d'un milieu dit à température constante, alors même que l'on prend les précautions les plus minutieuses pour obtenir cette uniformité. Celle-ci n'est qu'apparente, car ce que nos instruments de mesure peuvent constater, c'est une sorte de température moyenne résultant de leur contact avec un mélange d'éléments à températures très différentes. Ce sont naturellement les éléments qui existent en quantité prépondérante dans le milieu qui déterminent la température dite *constante*, aucune indication thermique relative aux éléments individuels ne pouvant être obtenue.

» Ainsi, un thermomètre dont la cuvette touche, aux divers points de sa paroi, des masses distinctes ayant des températures différentes, ne saurait indiquer qu'une résultante des flux thermiques qui s'écoulent dans le mercure de la cuvette. De même, dans nos milieux telluriques, des molécules qui se touchent peuvent être à des potentiels thermiques très différents sans qu'un thermomètre, si petit qu'il soit, ou tout autre instrument de mesure, révèle la loi de répartition de ces températures : il faudrait pour cela une infinité de thermomètres dont les cuvettes auraient, chacune, les dimensions de 1^{mol}.

» Dans cet ordre d'idées, il n'est peut-être pas sans intérêt de signaler un fait courant qui montre bien la coexistence de deux températures voisines que nos instruments de mesure ne peuvent différencier.

» Il existe dans l'industrie deux types de compresseurs à air : dans les uns, on combat dans une certaine mesure l'échauffement dû à la compression en faisant circuler de l'eau froide dans une double enveloppe entourant le cylindre compresseur; dans les autres, on neutralise partiellement cet échauffement en injectant directement dans le cylindre même de l'eau froide à l'état pulvérisé. Pour certains compresseurs, les diagrammes relevés montrent que, dans les deux cas, la loi des pressions, et par conséquent celle des températures du gaz, est la même pendant la période de compres-

sion; le même échange thermique a donc eu lieu entre le gaz et l'eau et cependant, alors qu'avec la chemise d'eau la température des couvercles du cylindre et les conduites de refoulement s'élèvent à la température du gaz comprimé, avec lequel elles sont directement en contact, il est impossible, dans le cas de l'injection d'eau, de constater en un point quelconque une température autre que celle de l'eau, qui, dans les deux cas, ne s'est élevée que de quelques degrés : le fait provient évidemment de ce que, dans le second cas, l'eau introduite dans le cylindre, au moment de la compression, mouillant toujours les parois du cylindre et des conduites aussi bien que les instruments de mesure, sa masse, sa densité, sa chaleur spécifique étant d'ailleurs supérieures à celles de l'air, on ne peut relever que sa température propre, celle de l'air restant ainsi indécelable, malgré son taux élevé.

» Une hétérogénéité énergétique, analogue à celle que les exemples qui précèdent mettent en lumière, existe, de façon moins tangible, il est vrai, dans tous nos milieux telluriques, et l'on s'en convaincra mieux encore en constatant que les expérimentateurs qui s'appliquent à y rechercher les phénomènes de la radioactivité sont arrivés à déceler leur existence partout : toute matière examinée jusqu'ici présente la radioactivité.

» C'est donc dans le milieu lui-même qu'il faut chercher l'origine véritable des phénomènes énergétiques intenses qui accompagnent la radioactivité et non dans une production spontanée d'énergie, attribuée à une dissociation des atomes matériels, production qui s'effectuerait dans des conditions qui sont en opposition la plus flagrante avec toutes les notions acquises sur la genèse de l'énergie dans les phénomènes naturels.

» Les substances radioactives, je le répète, ne font que recevoir, condenser et renvoyer des rayons énergétiques d'origine solaire, préexistants dans le milieu, et le caractère à la fois matériel et énergétique de l'émanation offre, à mon sens, la preuve la plus évidente de la potentialisation spécifique de l'énergie. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le dosage spectrophotométrique de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air.* Note de M. **L. de Saint-Martin**.

« Vierhordt a démontré que l'on peut, sous certaines conditions, déterminer au moyen de la méthode spectrophotométrique la proportion de chacune des deux matières colorantes mélangées dans un dissolvant [1].

---

[1] Vierhordt, *Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie*, etc., Tubingen, 1873.

» Quand on agite mécaniquement, et jusqu'à production d'un équilibre final stable, une dilution récente de sang *de chien* très frais, titrée à 0,15 pour 100 d'oxyhémoglobine, avec dix fois son volume d'air contenant de 0,20 à 1 pour 1000 d'oxyde de carbone, la solution sanguine absorbe un peu de ce gaz et l'oxyhémoglobine qu'elle renferme se transforme partiellement en hémoglobine oxycarbonée.

» Appelons H_{CO} la quantité d'hémoglobine oxycarbonée ainsi produite, et H_0 celle de l'oxyhémoglobine existant préalablement dans la dilution sanguine employée, le rapport $\frac{H_{CO}}{H_0}$ croît en fonction de la proportion de CO contenue dans l'air agité avec elle.

» Si donc on a d'abord expérimentalement établi les chiffres permettant de construire la courbe reliant ces deux variables, savoir : x, titre de l'air en oxyde de carbone; $y = \frac{H_{CO}}{H_0}$, on pourra inversement déterminer la proportion d'oxyde de carbone, contenue entre les limites précitées, dans un échantillon d'air vicié, en l'agitant jusqu'à équilibre final stable avec le dixième de son volume de la dilution sanguine type et en mesurant ensuite, au moyen du spectrophotomètre, la valeur de $\frac{H_{CO}}{H_0}$.

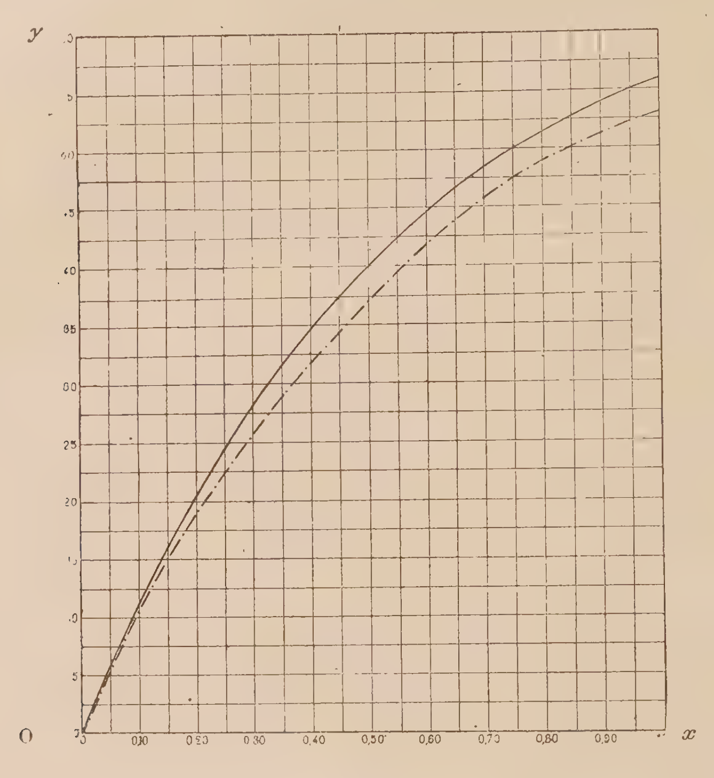
» Voici représentée ci-contre la courbe obtenue, telle qu'elle résulte de trois séries d'essais bien concordants exécutés avec, comme points fixes, des échantillons d'air renfermant respectivement, 0,25, 0,50, 0,75 et 1,00 pour 100 de CO.

» Il est évident que la teneur de l'air en oxyde de carbone se trouve abaissée après l'agitation; mais il est facile de calculer le taux de l'abaissement et, par suite, de construire également la courbe donnant les valeurs que prendrait le rapport $\frac{H_{CO}}{H_0}$ [1] dans la même dilution sanguine agitée, jusqu'à équilibre final, avec une atmosphère sans cesse renouvelée des mêmes mélanges d'air vicié, atmosphère conservant finalement son titre initial.

---

[1] Ce rapport $\frac{H_{CO}}{H_0}$ ou pourcentage de l'oxyhémoglobine transformée en hémoglobine oxycarbonée représente le véritable coefficient d'intoxication. Il résulte, d'expériences personnelles inédites, que, pour un même titre de l'air en oxyde de carbone, il prend la même valeur, dans une dilution sanguine et dans le sang en nature agités avec cet air ainsi que dans le sang d'un chien ayant respiré cet air 2 heures.

» Cette seconde courbe est représentée en traits ponctués au-dessous de la première.



» L'air à soumettre à l'analyse est prélevé tout simplement en vidant dans la pièce un flacon plein d'eau distillée qu'on rebouche aussitôt. De retour au laboratoire on y fait pénétrer la quantité voulue de la dilution sanguine type, on agite le flacon mécaniquement pendant 30 minutes à raison de 200 secousses par minute, puis l'on remplit de la dilution sanguine une cuve de Schulz spéciale à double effet. Placée perpendiculairement sur le trajet des rayons lumineux dans le sens de sa largeur elle répond à une épaisseur active de 10^{mm}, et, retournée à 90°, à une épaisseur active de 20^{mm}. En première position on détermine le coefficient d'extinction E′ dans la région λ(549-538) et, en seconde position, le coefficient d'extinction E dans la région λ(568,3-557,2).

» On sait que du rapport $\frac{E'}{E} = \frac{A}{A'}$ on peut déduire, à l'aide d'une Table ou de formules connues, la valeur du rapport $\frac{H_{CO}}{H_O}$. Il ne reste plus qu'à chercher sur la courbe la valeur correspondante de x, ou teneur de l'air prélevé en oxyde de carbone.

» On ne peut remplacer le sang de Chien par du sang d'Herbivores tels que le Bœuf ou le Lapin, dont l'hémoglobine oxycarbonée se dissocie beaucoup plus vite ([1]).

» On devra toujours, après la détermination quantitative, chercher la persistance, après addition d'un réducteur, des deux raies du sang, ce qui aura toujours lieu pour un titre de l'air supérieur à 0,20 pour 1000 d'oxyde de carbone. Enfin, le sang doit être prélevé sur l'animal et la dilution sanguine préparée au moment de l'expérience. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination du poids atomique de l'azote par l'analyse en volume du protoxyde d'azote.* Note de MM. **Adrien Jaquerod** et **St. Bogdan.**

« Comme suite aux travaux entrepris par l'un de nous en collaboration avec M. Ph.-A. Guye ([2]) sur le poids atomique de l'azote, basés sur l'analyse en poids des oxydes d'azote, nous avons cru utile de reprendre la question par une méthode volumétrique.

» La méthode dont nous avons fait usage consiste à effectuer, dans un récipient hermétiquement clos, la décomposition du protoxyde au moyen d'une spirale de fer chauffée au rouge par le courant électrique; il ne reste que de l'azote pur, qui occupe un volume à peu près égal au volume initial. Ces volumes seraient rigoureusement égaux si la loi d'Avogadro-Ampère était applicable; ils ne le sont pas, en réalité, par suite des différences de compressibilité des deux gaz; en opérant à volume constant, la différence se traduit par une augmentation de pression voisine de 5^{mm}. Connaissant cette augmentation, la pression initiale et les densités de N^2O et de N^2, on peut calculer le poids atomique de l'azote d'après le rapport $\frac{N^2}{N^2O}$.

» Un des principaux avantages de cette méthode réside dans le fait qu'elle équivaut à une analyse du protoxyde avec pesée de l'azote, pesée très difficile à exécuter par d'autres moyens. En outre, elle est rapide et permet de remplacer les pesées par des mesures de pressions pour lesquelles on atteint couramment une précision de $\frac{1}{10000}$; elle est aussi appli-

---

([1]) L.-G. de Saint-Martin, *Spectrophotométrie du sang*, p. 111 et suivantes. O. Doin, Paris.

([2]) Guye et Bogdan, *Comptes rendus*, 13 juin 1904, p. 1494.

cable à de faibles quantités de gaz. Enfin elle est susceptible d'être généralisée à d'autres composés gazeux, ce que nous nous proposons d'essayer ultérieurement.

» L'appareil employé se compose d'une ampoule de verre de 200^{cm^3} environ, traversée par une spirale en fil de fer soudée au verre par l'intermédiaire de platine, suivant un dispositif analogue à celui employé au cours des recherches précitées. Cette ampoule est elle-même reliée à un manomètre à mercure au moyen d'un tube capillaire soudé. Le manomètre porte un repère au niveau duquel on amène le mercure, de façon à opérer à volume constant. Les volumes des différentes parties ont été soigneusement calibrés avant le montage définitif pour permettre d'effectuer la correction relative à l'espace non refroidi à 0° ($\frac{1}{200}$ environ du volume de l'ampoule). Le calibrage de l'ampoule n'intervient d'ailleurs que pour cette correction, et les résultats définitifs en sont indépendants.

» Par un dispositif très simple à décrire ultérieurement, on introduit le gaz à travers le manomètre lui-même, de sorte qu'en définitive on isole une masse gazeuse dans un espace entièrement formé de verre soudé, et fermé par du mercure.

» L'appareil est tout d'abord rempli de protoxyde d'azote préparé par la réaction du nitrite de sodium sur le sulfate d'hydroxylamine, et soigneusement desséché. L'ampoule est alors entourée de glace, et la pression, voisine de 760^{mm}, mesurée au $\frac{1}{100}$ de millimètre. La glace enlevée, on chauffe au rouge blanc la spirale de fer à l'aide du courant; une fois la décomposition achevée, ce qui exige un certain temps et une haute température, la pression de l'azote est relevée à 0°, après avoir ramené le mercure au repère dans le manomètre.

» Bien que la méthode soit assez délicate à mettre en œuvre, nous avons obtenu, après quelques tâtonnements, des résultats très concordants, comme le montrent les chiffres suivants. Dans les deux premières colonnes se trouvent les pressions directement observées ; la troisième donne l'augmentation calculée pour une pression initiale de 760^{mm}, toutes corrections faites pour la compressibilité du protoxyde et les différences de température de l'espace nuisible :

Pressions ramenées à 0°.		Augmentation
N^2O.	N^2.	pour 760^{mm}.
745,93	751,37	5,60
764,90	770,29	5,30
767,72	773,26	5,43
762,97	768,49	5,45

» Adoptant comme augmentation moyenne la valeur 5^{mm} et prenant comme poids du litre normal de l'azote $1^g,2504$, pour celui du protoxyde

$1^g,9779$ [1], on en déduit le nombre 14,019 pour poids atomique de l'azote, dans le système $O = 16$.

» Par l'analyse en poids du protoxyde d'azote, avec pesée du protoxyde et de l'oxygène, MM. Guye et Bogdan ont trouvé en moyenne 14,007. L'écart entre les résultats de ces deux méthodes, très différentes l'une de l'autre, est seulement de $\frac{1}{1200}$ environ.

» Nos recherches nous amènent donc aussi à conclure que la valeur 14,04 admise aujourd'hui pour le poids atomique de l'azote est trop élevée, et que la valeur exacte n'est probablement pas supérieure à 14,02. »

CHIMIE MINÉRALE. — *États allotropiques du sulfure d'antimoine. Chaleurs de formation.* Note de MM. **Guinchant** et **Chrétien**, présentée par M. Haller.

« Rose puis Fuchs ont signalé l'existence d'un état allotropique du sulfure d'antimoine obtenu en refroidissant brusquement à 0° la stibine fondue. Nous avons réussi à reproduire cette modification à poussière rouge en suivant les indications de Fuchs [2], mais le produit ainsi préparé est mélangé de verre et d'une grande proportion de sulfure noir.

» Au cours de nos recherches sur le sulfure d'antimoine, nous avons eu l'occasion de constater que l'on obtient très facilement un sulfure couleur lilas, vraisemblablement identique à celui de Rose, en refroidissant brusquement les vapeurs de trisulfure.

» Une nacelle pleine de sulfure d'antimoine de synthèse était chauffée dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'azote; un réfrigérant à circulation d'eau pénétrait dans le tube jusqu'au voisinage de la nacelle. L'intérieur et l'extérieur du réfrigérant se couvrent d'un dépôt lilas, mais peu à peu l'extrémité voisine de la nacelle se tapisse d'aiguilles noires qui augmentent rapidement et ralentissent de plus en plus la formation du dépôt intérieur. Les produits recueillis sont constitués essentiellement par du trisulfure d'antimoine mélangé des produits de la dissociation : les aiguilles noires contiennent un peu d'antimoine et le dépôt lilas un peu de soufre. Pour obtenir une forte proportion de ce sulfure lilas aussi pur que possible, il est bon de chauffer la nacelle vers 850° seulement. Le produit est débarrassé de soufre par des épuisements

---

[1] Ces données résultent des déterminations de lord Rayleigh et de Leduc, ainsi que d'expériences de laboratoire inédites.

[2] Fuchs, *Pogg. Ann.*, t. XXXI, p. 578.

au sulfure de carbone, d'abord à l'ébullition, puis à 110° en tube scellé; il a donné à l'analyse :

S....... 28,79 pour 100 Sb...... 71,12 pour 100.

» Au microscope le sulfure lilas se présente sous un tout autre aspect que le sulfure rouge précipité : le premier est formé de globules sphériques à transparence rouge grenat, tandis que le second est en amas de parcelles informes rouge orangé.

» *Transformation en sulfure noir.* — Le sulfure précipité et le sulfure condensé se transforment rapidement en sulfure noir quand on les chauffe soit secs vers 220°, soit en présence d'acide chlorhydriqne dilué (2^{mol} à $0^{mol},1$ par litre) vers 100°. Cette transformation non réversible s'accomplit en un temps d'autant plus court que la température est plus élevée, sans qu'on puisse saisir de différence bien nette entre les vitesses de transformation des deux sulfures.

» *Densités.* — Nous avons pris les densités à 0° des trois formes du sulfure d'antimoine; les densités trouvées multipliées par le poids spécifique de l'eau à 0° (0,999871) nous ont donné les poids spécifiques suivants :

Sulfure rouge précipité.	Sulfure lilas condensé.	Sulfure noir précipité fondu.	Sulfure noir de synthèse.
4,120	4,278	4,652	4,659

» Les poids spécifiques plus élevés trouvés par Karsten (4,752) et par M. Ditte (4,892) se rapportent probablement à des dissolutions d'antimoine dans le sulfure. Nous avons signalé déjà que le sulfure chauffé perd du soufre par dissociation : une stibine commerciale qui avait pour densité 4,587 a donné, en la chauffant 15 minutes vers 1000°, une masse de densité moyenne 4,970 ; une nouvelle fusion à 600° suivie d'un refroidissement lent en a séparé des globules d'antimoine et une masse de densité 4,708.

» *Chaleurs de formation.* — Pour déterminer la chaleur de formation du sulfure lilas il devait suffire de comparer les quantités de chaleur dégagées en dissolvant dans le monosulfure de sodium d'une part ce nouveau sulfure, d'autre part l'une des modifications rouge ou noire dont la chaleur de formation a été mesurée par M. Berthelot.

» Nous avons employé le sulfure noir comme terme de comparaison ; pour obtenir une dissolution rapide nous dissolvions environ 10^g de sulfure dans 500^{cm^3} d'une solution de monosulfure à 60^g par litre ; la quantité de sulfure dissoute (environ 97 pour 100) était exactement dosée dans la

liqueur après la mesure calorimétrique. Nous avons trouvé :

	Cal
Pour la dissolution de $1^{mol} = 336^{g}$ de sulfure noir........................	20,9
id. lilas........................	25,2
Chaleur de transformation de 1^{mol} de sulfure lilas en sulfure noir.......	+ 4,3

» L'existence d'un effet thermique assez élevé dans cette transformation nous a fait soupçonner que la transformation du sulfure précipité rouge en sulfure noir ne devait pas correspondre à un effet thermique nul comme on l'admet. M. Berthelot ([1]) avait déduit ce résultat de mesures complexes et délicates; nous avons repris cette détermination en comparant simplement les chaleurs dégagées par la dissolution du sulfure noir et du sulfure précipité. Avec le sulfure précipité pur et sec (S, 28,41 ; Sb, 71,58) nous avons opéré comme pour le sulfure lilas et nous avons trouvé :

Chaleur de transformation d'un sulfure précipité sec en sulfure noir... $+ 5^{cal},6$

» Toutefois le sulfure sec n'est pas celui dont M. Berthelot a mesuré la chaleur de formation et nous devions déterminer la chaleur de dissolution du précipité humide.

» Nous avons préparé le sulfure précipité en faisant passer H^2S dans une solution tartrique de chlorure d'antimoine aux concentrations indiquées par M. Berthelot; le précipité a été lavé par décantations répétées puis transvasé dans un ballon jaugé. Le contenu du ballon, précipité et eau mère, était mélangé dans le calorimètre avec la solution de monosulfure de sodium. La même expérience était répétée en ajoutant au même volume d'eau mère, d'ailleurs sensiblement pure, un poids de sulfure noir à peu près égal à celui du précipité (environ 10^{g}). Nous avons trouvé :

Chaleur de transformation du précipité humide en sulfure noir.... $+ 4^{Cal},2$

» Ainsi le précipité humide diffère physiquement ou chimiquement du même sulfure séché, on a :

Chaleur de transformation du sulfure sec en sulfure humide ...... $+ 1^{Cal},4$

» Ce changement d'état se traduit d'ailleurs par quelques différences dans les propriétés des deux corps : tandis que le sulfure humide donne les solutions colloïdales quand il a été très bien purifié par des lavages répétés, le sulfure séché, au contraire, reste toujours une poudre inerte analogue à un colloïde coagulé.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X, 1887, p. 125.

» En résumé, nous avons isolé à l'état pur une modification du sulfure d'antimoine qui est la forme stable à haute température : sa chaleur de formation est plus faible que celle du sulfure noir, forme stable à basse température. Nous avons déterminé les chaleurs de transformation des différentes modifications allotropiques du sulfure d'antimoine quand elles passent à la forme stable ; en admettant pour le sulfure précipité humide la valeur trouvée par M. Berthelot

$Sb^2 + S^3$ oct. + eau = Sb^2S^3 précipité humide .... $+34^{Cal},0$

» On en déduit les chaleurs de formation suivantes pour 1^{mol} ou 336^g :

	Cal
$Sb^2 + S^3$ oct. = Sb^2S^3 précipité sec...............	+32,6
$Sb^2 + S^3$ oct. = Sb^2S^3 lilas......................	+33,9
$Sb^2 + S^3$ oct. = Sb^2S^3 noir......................	+38,2

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz ammoniac sur le trichlorure, le tribromure et le triiodure d'arsenic.* Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

« Le gaz ammoniac sec, en réagissant, à *basse température*, sur le trichlorure, le tribromure et le triiodure d'arsenic, donne de l'*amidure d'arsenic*. Il se forme en même temps, suivant le composé arsénical considéré, un chlorure, un bromure ou un iodure d'ammonium. L'amidure ainsi préparé permet d'obtenir l'*imidure* et l'*azoture* d'arsenic.

» Les travaux antérieurs publiés sur cette question donnent des résultats contradictoires.

» En faisant réagir le gaz ammoniac sur le trichlorure d'arsenic, Persoz (1830) (¹) obtenait un corps blanc auquel il attribuait la composition $AsCl^3 + 3AzH^3$. Rose (1840)(²) lui donnait au contraire la formule $2AsCl^3 + 7AzH^3$. La même réaction fournissait à M. Besson (1890) un corps blanc teinté de jaune, de composition $AsCl^3, 4AzH^3$ (³).

» Les mêmes divergences s'observent dans le cas du tribromure d'"arsenic. Landau (1888) (⁴) a fait réagir l'ammoniac sur le tribromure d'arsenic en dissolution dans la benzine. La poudre blanche, qui se déposait, aurait, d'après l'auteur, la formule $2AsBr^3 + 7AzH^3$. D'autre part, par l'action directe du gaz amnoniac sur le tribromure

(¹) Persoz, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2ᵉ série, t. XLIV, p. 320.

(²) Rose, *P. A.*, t. LII, p. 62.

(³) Besson, *Comptes rendus*, t. CX, p. 1258.

(⁴) Landau, *Inaug. Diss.* Berlin, 1888.

d'arsenic cristallisé, M. Besson a préparé un corps solide jaune-paille $AsBr^3, 3AzH^3$ [1] qui, chauffé à 300° dans un tube scellé, se décomposait vers 300° avec mise en liberté d'arsenic.

» Le triiodure d'arsenic également, absorbe lentement le gaz ammoniac. M. Besson [2] a donné à la substance blanche obtenue dans cette action la composition $AsI^3, 4AzH^3$. Saturée à 0° la masse deviendrait fluide et présenterait alors la composition voisine de $AsI^3, 12AzH^3$.

» J'ai repris ces recherches en employant la méthode qui m'a servi dans des travaux antérieurs [3]. Les appareils et les procédés de séparation et de lavage à l'ammoniac liquide ont été décrits à cette époque.

» Le chlorure d'arsenic, introduit dans l'appareil bien sec, maintenu à une température comprise entre — 40° et — 30°, a été saturé de gaz ammoniac. Cette saturation s'effectue sans élévation bien sensible de température. La masse augmente considérablement de volume.

» Les lavages, effectués à basse température, permettent d'isoler, dans deux parties distinctes de l'appareil, l'*amidure d'arsenic* et le chlorure d'ammonium ammoniacal signalé par M. Troost [4]. Des pesées permettent d'obtenir le poids d'ammoniac transformé en chlorure d'ammonium ammoniacal et en amidure d'arsenic.

» Cette réaction peut donc se représenter par l'équation

$$AsCl^3 + 6AzH^3 = As(AzH^2)^3 + 3AzH^4Cl.$$

Elle n'a lieu sous cette forme que si l'on opère au-dessous de 0°.

» L'amidure d'arsenic est une poudre d'un blanc grisâtre, amorphe, insoluble dans le gaz ammoniac liquéfié, stable, à l'abri de l'air humide, au-dessous de 0° seulement, ou à la température ordinaire dans une atmosphère d'ammoniac.

» L'eau la décompose suivant l'équation

$$2As(AzH^2)^3 + 3H^2O = As^2O^3 + 6AzH^3.$$

» Le tribromure d'arsenic donne avec le gaz ammoniac une réaction analogue à la précédente. Il se forme ici le bromure ammoniacal de M. Troost [5]. Au contact du gaz ammoniac le premier corps conserve d'abord son aspect cristallisé, pnis devient de plus en plus d'un blanc laiteux, et perd alors sa forme cristalline.

» Le triiodure d'arsenic est transformé de la même façon. Il passe par les mêmes aspects que par le tribromure et garde pendant un certain temps sa forme cristalline. L'amidure d'arsenic se sépare facilement de l'iodure d'ammonium ammoniacal liquide à la température ordinaire [6].

---

(1) Besson, *Loc. cit.*

(2) Besson, *Loc. cit.*

(3) Hugot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXI, 1900, p. 5.

(4) Troost, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 578.

(5) Troost, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 715.

(6) Troost, *loc. cit.*

» *Imidure d'arsenic.* — Il se forme dès que l'amidure est porté au-dessus de 0°; ce dernier perd lentement du gaz ammoniac et laisse un résidu qui est de l'imidure d'arsenic.

$$2\,As(AzH^2)^3 = As^2(AzH)^3 + 3\,AzH^3.$$

» La décomposition est complète vers 60°.

» Cet imidure d'arsenic est amorphe, jaune clair et stable. Chauffé dans le vide à 100°, il n'est pas décomposé. L'eau le transforme moins rapidement que l'amidure en ammoniac et anhydride arsénieux.

» *Azoture d'arsenic.* — L'azoture d'arsenic se forme lorsqu'on chauffe l'imidure. Ce dernier perd, en effet, de l'ammoniac vers 250° :

$$As^2(AzH)^3 = 2\,AsAz + AzH^3.$$

La décomposition est un peu plus rapide dans le vide.

» L'azoture d'arsenic est un corps rouge orangé qui se décompose à une température voisine de son point de formation. Tandis que les deux premiers corps, étudiés plus haut, perdent lentement leur ammoniac, l'azoture se décompose brusquement et totalement en arsenic et azote.

» Si cette décomposition s'effectue dans un tube fermé mis en communication avec une trompe à mercure, il est facile de recueillir l'azote dégagé et d'en mesurer le volume. Un nuage noir d'arsenic se dépose en même temps sur les parois de l'appareil. Il peut être pesé et analysé.

» Telles sont les réactions que donne le gaz ammoniac avec le trichlorure, le tribromure et le triiodure d'arsenic. Je publierai dans une prochaine Communication les résultats obtenus dans l'action de l'ammoniac sur quelques-uns des composés correspondants du phosphore. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de dédoublement de l'acide lactique de fermentation en ses composants actifs sur la lumière polarisée.* Note de M. E. **Jungfleisch**.

« Dès 1883, M. Lewkowitsch a montré que l'acide lactique de fermentation est un inactif par compensation, dédoublable en acide lactique droit et acide lactique gauche. A partir de 1892, M. Purdie a indiqué des procédés de dédoublement pour ce racémique. Les acides lactiques actifs sont restés cependant peu connus; en particulier, ce que nous savons sur l'acide lactique gauche n'a pas changé depuis la découverte de ce corps, en 1890,

par M. Schardinger, dans les produits d'une fermentation particulière. Des recherches longuement poursuivies m'ont permis de reconnaître les difficultés qui ont arrêté cette étude; tout en m'éclairant sur l'histoire des acides lactiques actifs, elles m'ont appris des faits inattendus, qui intéressent nos connaissances générales sur les corps possédant le pouvoir rotatoire moléculaire spécifique. La présente Note a pour objet d'exposer brièvement un procédé efficace de dédoublement de l'acide lactique de fermentation en ses composants actifs, c'est-à-dire un mode de production des substances sur lesquelles ont porté mes observations.

» La séparation dont il s'agit est fondée sur des différences de propriétés entre le lactate-*d*, le lactate-*l* et le lactate-$(d+l)$ de quinine.

» Le lactate de quinine employé en thérapeutique est obtenu avec l'acide lactique de fermentation; quand on change les conditions de sa cristallisation, il se présente avec des propriétés très diverses. On est porté à attribuer la multiplicité de ses formes à l'existence de plusieurs hydrates cristallins, mais il m'a semblé qu'elle peut dépendre aussi du dédoublement de l'acide inactif par compensation en ses composants actifs, par formation de lactates actifs de quinine; des séparations analogues ont été, en effet, maintes fois observées et M. Purdie a déjà essayé la séparation des acides lactiques par leurs sels de strychnine. L'hypothèse s'est trouvée justifiée : le lactate-$(d+l)$ de quinine est dédoublable par cristallisation en lactate-*d* et lactate-*l*. Toutefois l'établissement de ce fait comporte de réelles complications expérimentales : le pouvoir rotatoire d'un acide lactique actif est si faible par rapport à celui de la quinine que l'observation directe ne fournit pas d'indication valable; la recherche de l'activité propre à l'acide exige la séparation de celui-ci d'avec la quinine.

» Parmi les sels nombreux résultant de la cristallisation, soit dans l'eau, soit dans l'alcool, de la combinaison à molécules égales de la quinine avec l'acide lactique de fermentation, je parlerai seulement ici de ceux qui permettent d'opérer le dédoublement.

» Quand on dissout à chaud cette combinaison dans son poids d'alcool à $\frac{70}{100}$ et qu'on laisse refroidir, il se sépare des cristaux aiguillés qui solidifient bientôt la masse; ces cristaux sont le lactate-$(d+l)$ de quinine à 1 H^2O, qui constitue d'ordinaire le sel du commerce. Lorsqu'on abandonne ces cristaux au contact de la liqueur mère, dans un vase fermé, des cristaux octaédriques apparaissent bientôt et deviennent peu à peu volumineux aux dépens des cristaux aiguillés voisins qui disparaissent. On accélère beaucoup la transformation en projetant dans le mélange encore tiède la poussière d'un cristal octaédrique.

» Les cristaux aiguillés ayant disparu pour la plus grande partie, on chauffe vers 40° pour redissoudre les aiguilles qui subsistent, et l'on recueille les cristaux octaédriques; on enlève ensuite à la liqueur de l'alcool, de manière que le résidu soit encore une dissolution de lactate dans son poids d'alcool à $\frac{70}{100}$, et l'on fait cristalliser comme la première fois. On a soin de maintenir alcalines les dissolutions, en les additionnant de quinine lorsqu'elles deviennent acides. Après trois traitements semblables, on a recueilli en cristaux octaédriques le tiers environ du poids de lactate-$(d+l)$ mis en expérience.

» Les cristaux octaédriques sont constitués par le lactate-d de quinine; le lactate-l est resté dans le liquide. Pour recueillir le second sel, on distille l'alcool au bain-marie et on laisse refroidir la solution aqueuse restante. Celle-ci se solidifie lentement, par formation de très longues aiguilles soyeuses, excessivement fines, à $\frac{1}{2}H^2O$, de lactate-l de quinine; on exprime le sel, puis on le purifie par des cristallisations dans l'eau tiède. Quant aux liqueurs, elles sont saturées de lactate-l et de lactate-$(d+l)$; on poursuit sur elles la séparation des cristaux octaédriques et du lactate-l, en opérant comme il a été dit.

» Le lactate-d de quinine se purifie aisément par cristallisation. Cristallisé avec $1H^2O$, il est dimorphe. Il se dépose en fines aiguilles dans ses dissolutions concentrées et chaudes; en liqueur tiède ou froide, aqueuse ou alcoolique, il produit les cristaux octaédriques précités. M. Wyrouboff a bien voulu déterminer les constantes cristallographiques de ces derniers; ils sont pseudo-quadratiques ($a:c=1:1,8103$); une lame transparente, chauffée au-dessus de 150°, se transforme en un enchevêtrement de très fines aiguilles, sans apparition de bulles gazeuses; ce fait met, sous une autre forme, en évidence le dimorphisme du composé. D'autre part, une cristallisation aiguillée du même corps, obtenue à chaud, étant abandonnée à froid, les aiguilles ne tardent pas à disparaître en se changeant totalement en cristaux octaédriques; ceux-ci se forment plus rapidement au contact de cristaux octaédriques.

» Les propriétés de l'acide lactique-d et du lactate-d de zinc, obtenues en partant du sel précédent, différant sensiblement de celles attribuées à l'acide sarcolactique et au sarcolate de zinc, j'ai préparé du lactate de quinine avec l'acide lactique retiré de l'extrait de viande. Les deux corps ont la même composition et les mêmes propriétés; M. Wyrouboff a eu l'obligeance de les comparer au point de vue cristallographique et les a trouvés identiques.

» A l'exposition de 1900, j'avais été frappé par l'aspect inaccoutumé de certains cristaux volumineux présentés comme lactate de quinine ordinaire par deux exposants. Les observations précédentes m'ont fait rechercher si les cristaux exposés ne seraient pas identiques au lactate-d de quinine provenant du dédoublement. Je dois à l'extrême obligeance de M. Taillandier d'avoir pu me procurer les cristaux qu'il avait exposés; ils sont bien identiques à ceux du lactate-d de quinine que fournit le dédoublement; ils

avaient été recueillis dans l'évaporation lente des eaux mères du lactate commercial.

» Ce qui précède suffit à montrer l'existence de différences très marquées entre le lactate-*d* de quinine et le lactate-*l* du même alcaloïde. Plus remarquables encore sont celles que j'ai constatées entre les acides lactiques que ces sels fournissent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses du glycol pentaméthylénique* $HO(CH^2)^5OH$, *du nitrile et de l'acide piméliques*. Note de M. J.-L. **Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

« Pas plus que le pentaméthylène dibromé, le glycol correspondant n'avait été isolé jusqu'ici. Pour l'obtenir j'ai transformé le dibromopentane en diacétine et celle-ci par saponification en glycol.

» *La diacétine pentaméthylénique* $CH^3COO(CH^2)^5OCOCH^3$ est un liquide incolore, d'une odeur de fruits très suave et très fine. Elle bout à 241° sous la pression de 760^{mm}. Placée dans un mélange de glace et de sel elle se prend en cristaux blancs, qui fondent à + 2°. Densité à 18° = 1,021. L'analyse a donné ; C pour 100 ; 57,30 au lieu de 57,44 ; H pour 100 ; 8,48 au lieu de 8,51.

» *Le glycol pentaméthylénique* $HO(CH^2)^5OH$ est un liquide épais presque comme de la glycérine ; sa saveur est brûlante et amère. Il bout à 238°-239° sous la pression de 760^{mm} et à 155° sous la pression de 31^{mm}. Densité à 18° : 0,994. Refroidi par un mélange de neige carbonique et d'éther il prend l'aspect d'un solide amorphe, mais sans présenter de traces de cristallisation. L'analyse a donné : C pour 100 : 57,58 au lieu de 57,69; H pour 100 : 11,40 au lieu de 11,53.

» *Constitution de ce glycol.* — Par la réaction de la bromoamyline méthylénique $BrCH^2OC^5H^{11}$ sur le dérivé magnésien de l'iodoamyline triméthylénique $IMg(CH^2)^3OC^5H^{11}$, j'ai obtenu la diamyline tétraméthylénique $C^5H^{11}O(CH^2)^4OC^5H^{11}$, dont la constitution biprimaire a été nettement établie [1]. Le sens de la réaction des éthers méthyliques bromés $BrCH^2OR$ sur les dérivés magnésiens de la forme $XMg(CH^2)^nOR$ étant déterminé par cette première synthèse, il n'y a pas lieu de douter qu'appliquée au composé magnésien tétraméthylénique elle n'ait donné le diamyline

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 259 et 346 et t. CXXXVIII, 1904, p. 975.

pentaméthylénique :

$$C^5H^{11}O(CH^2)^4MgBr + BrCH^2OC^5H^{11} = MgBr^2 + C^5H^{11}O(CH^2)^5OC^5H^{11}.$$

» Cependant il m'a semblé qu'il n'était pas sans intérêt d'établir directement ou, si l'on veut, de confirmer la constitution de cette diamyline et de ses dérivés : diiodopentane, dibromopentane, diacétine et glycol pentaméthylénique. Parmi les moyens qui s'offraient à moi, j'ai choisi la transformation du diiodopentane en nitrile et acide piméliques. Cela me permettait d'ajouter deux nouvelles synthèses à celles que j'ai données dans la série adipique et dans la série subérique.

» *Nitrile pimélique* : $NC(CH^2)^5CN$. — Ce corps, qui n'avait point encore été obtenu jusqu'ici, a été préparé avec un rendement presque théorique en faisant réagir, à la température du bain-marie, le diiodopentane additionné d'alcool à 85° sur 2^{mol} de cyanure de potassium finement pulvérisé.

» C'est un liquide assez mobile à la température ordinaire ; mais, si on le refroidit par un mélange de neige carbonique et d'éther, il devient d'abord très visqueux et finit par prendre sans cristalliser l'aspect d'un corps vitreux. Il bout à 175°-176° sous la pression de 14^{mm}. Densité à 18° : 0,949. L'analyse a donné : azote pour 100 : 23,01; calculé : 22,95.

» *Acide pimélique* : $CO^2H(CH^2)^5CO^2H$. — Pour transformer le nitrile pimélique en l'acide correspondant, il suffit de le chauffer au bain-marie en tube scellé avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique pendant une heure environ. L'acide chlorhydrique est ensuite chassé par évaporation. Le résidu repris par l'eau, puis neutralisé par le carbonate de sodium, est transformé en sel de calcium. On chauffe au bain-marie la solution filtrée pour en précipiter le sel de calcium, qui est beaucoup moins soluble à chaud qu'à froid. Enfin le sel de calcium est décomposé par l'acide chlorhydrique étendu. L'épuisement de la solution par l'éther fournit un acide parfaitement cristallisé en longues aiguilles qui fondent à 103°.

» Le pimélate d'argent, préparé par l'action du pimélate d'ammonium sur l'azotate d'argent, a donné : Ag pour 100, 57,71; calculé, 57,75.

» Ce résultat établit d'une façon satisfaisante que le glycol dont je viens de donner la description, et tous ses dérivés, appartiennent bien à la série pentaméthylénique. Il confirme également les très intéressantes observations de M. Bouveault sur l'acide pimélique retiré du produit de l'oxydation des graisses [1].

» Le glycol *pentaméthylénique* avec le *tétraméthylénique* [2] et l'*hexamé-*

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, 1898, p. 562.

(2) *Comptes rendus*, 1901, t. CXXXII, p. 631.

thylénique (¹), que j'ai obtenus précédemment, vient très heureusement enrichir la famille des glycols biprimaires. Pendant longtemps, malgré les recherches de nombreux chimistes, cette famille n'a compris véritablement que les deux premiers termes : le glycol *éthylénique* $HOCH^2CH^2OH$ de Wurtz (1856) et le glycol *triméthylénique* $HOCH^2CH^2CH^2OH$ de Reboul (1874). L'an dernier, MM. Bouveault et Blanc en ont obtenu quelques autres de poids moléculaire élevé en réduisant par le sodium les éthers des acides bibasiques (²), et M. Emmo Lœbl a repris l'action de l'acide azoteux sur l'octométhylène diamine pour préparer le glycol subérique (³).

» Je veux en terminant remercier M. E. Dervin du concours précieux qu'il m'a prêté dans l'exécution de ce travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des composés organomagnésiens mixtes sur la phtalimide et la phénylphtalimide* (II). Note de **M. Constantin Béis**, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note précédente (⁴) j'ai montré que les composés organomagnésiens mixtes de M. Grignard réagissent sur la phtalimide et que les produits de cette réaction, traités par l'eau, conduisent à des corps qui correspondent à $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\C\end{matrix}\right\rangle NH - H^2O$ (avec R et OH sur C). Cette déshydratation peut se faire d'une des deux façons suivantes exprimées par les formules :

$$(1)\qquad C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ C\end{matrix}\right\rangle\!\!=\!N \ (= \text{Éthylisoindolone}),\quad C\text{—}C^2H^5$$

$$(2)\qquad C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO\\ C\end{matrix}\right\rangle NH \ (= \text{Éthylidène-phtalimidine}).\quad C\text{=}CH\text{—}CH^3$$

(¹) *Comptes rendus*, 1903, t. CXXXVI, p. 244.
(²) *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXIX, 1903, p. 787.
(³) *Monats. für Chemie*, t. XXIV, p. 391, 407.
(⁴) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 987.

» Ce sont les deux formules de constitution qui sont les plus probables et entre lesquelles on a à choisir.

» Pour la première il y a ce fait que, quand on opère sur une phtalimide substituée, il n'y a pas déshydratation du produit

$$\begin{array}{l} C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NR. \\ \qquad\quad\;\; | \;\diagdown OH \\ \qquad\quad\;\; R' \end{array}$$

C'est en effet ce que j'ai constaté pour la phénylphtalimide ([1]) et ce qui résulte des travaux de MM. F. Sachs et A. Ludwig ([2]) sur l'*éthylphtalimide*.

» Cependant j'admets plutôt la formule se rapportant à la phtalimidine pour les raisons suivantes :

» 1. En faisant agir le bromobenzène sur la phtalimide en présence de magnésium et traitant le produit de la réaction par l'eau, on obtient un corps fondant vers 160°, très soluble dans les dissolvants organiques usuels, soluble dans l'eau chaude et qui, d'après l'analyse, aurait pour formule

$$\begin{array}{l} C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NH. \\ \qquad\quad\;\; | \;\diagdown OH \\ \qquad\quad\; C^6H^5 \end{array}$$

On voit donc que, quand il ne peut pas se former une double liaison entre le carbone portant l'oxhydrile et le groupement qu'on attache, la déshydratation n'a pas lieu.

» 2. L'isobutylidène-phtalimidine réagit sur l'éthylbromure de magnésium et le produit de la réaction traité par l'eau régénère l'isobutylidène-phtalimidine sans dégagement de gaz. Ce qui indique qu'elle réagit en remplaçant 1^{at} d'hydrogène par — MgBr à la façon de certains corps possédant un groupement = NH.

» 3. L'éthylidène-phtalimidine et l'isobutylidène-phtalimidine dissoutes dans l'alcool aqueux et mélangées avec une solution alcoolique de nitrate d'argent donnent, par addition d'une solution étendue d'ammoniaque, des composés argentiques qui, d'après l'analyse, correspondent à

$$\begin{array}{l} C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NAg \\ \qquad\quad\;\; \| \\ \qquad\; CH - CH^3 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}CO\\ C\end{array}\right\rangle NAg. \\ \qquad\quad\;\; \| \\ \qquad\; CH - CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ CH^3\end{array}\right. \end{array}$$

Cette propriété les rapproche des imides et surtout de la phtalimidine de Graebe ([3]).

» Je poursuis l'étude de ce sujet. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 987.

([2]) *Berichte*, t. XXXVII, p. 385.

([3]) *Liebig's Ann.*, t. CCXLVII, p. 288.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composés iodés obtenus avec la métanitraniline.* Note de M. P. **Brenans**, présentée par M. A. Haller.

« En mélangeant des solutions acétiques de chlorure d'iode et de méta-nitraniline, j'ai obtenu en même temps que la *nitraniline monoiodée*

$$AzH^2 - C^6H^3I - AzO^2 \ 1.6.3$$

et la *nitraniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.3.4, composés que j'ai étudiés antérieurement, une autre *nitraniline diiodée* dont l'étude fait l'objet de la présente Note. Ce corps a déjà été préparé par MM. Michael et Norton [1], qui, sans établir la nature de son isomérie, l'ont envisagé comme la *nitraniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.6.3. Afin de fixer sa constitution, j'ai décomposé son dérivé diazoïque au moyen de l'alcool absolu et j'ai obtenu un *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$, dont la réduction m'a fourni l'*aniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4; celle-ci a été diazotée et la solution du diazo, chauffée à l'ébullition, a donné naissance au *diiodophénol* $OH - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4. La constitution du *phénol diiodé* et de l'*aniline diiodée* ainsi obtenus étant connue, celle du *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4 et celle de la *nitraniline diiodée*

$$AzH^2 - C^6H^2 - I^2 - AzO^2 \ 1.2.6.3$$

se trouvent ainsi établies. Je fournirai quelques indications sur les substances précitées.

» I. Nitraniline diiodée $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.6.3. — Elle cristallise en aiguilles jaune orangé, fusibles à 149° (corr.), solubles surtout à chaud dans les solvants organiques usuels, la ligroïne exceptée.

» II. Nitrobenzène diiodé $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4. — Pour changer la *nitraniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^2I^2 - AzO^2$ 1.2.6.3 en *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4, on dissout à chaud 15g de cette base dans 180g d'alcool absolu et l'on ajoute à la solution refroidie 10g à 12g d'acide sulfurique. La liqueur maintenue vers 30° à 40° est additionnée peu à peu et en agitant de 15g de nitrite d'amyle; un précipité jaune de sulfate diazoïque se sépare rapidement. On porte lentement le mélange à l'ébullition; de l'azote se dégage et le dépôt entre en solution. La réaction terminée, on distille une partie de la liqueur et l'on verse le résidu dans l'eau. Le précipité ainsi obtenu est dissous dans l'alcool chaud et la solution maintenue au bain-marie avec du noir animal.

---

(1) *Berich. deut. ch. G.*, t. XI, p. 112.

La liqueur filtrée laisse déposer un corps qui est purifié par plusieurs cristallisations dans un mélange de chloroforme et de ligroïne.

» Le *nitrobenzène diiodé* préparé ainsi cristallise en paillettes jaunes, fusibles à 101° (corr.), très solubles dans les solvants organiques, sauf la ligroïne.

» Sa constitution ne peut être que celle indiquée plus haut. Or Kœrner a obtenu ([1]) en chauffant le *diiodobenzène* $C^6H^4 = I^2$ 1.3 avec de l'acide azotique ($D = 1,52$) un composé fusible à 168°,4 et qu'il a décrit comme étant l'isomère $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4. Le point de fusion (168°,4) du produit de ce savant étant différent de celui trouvé (101°) pour mon composé, on ne pouvait pas admettre leur identité. J'ai repris l'étude de cette réaction.

» Un mélange de 10g de *diiodobenzène* $C^6H^4 = I^2$ 1.3 et de 100g d'acide azotique a été maintenu au bain-marie pendant 4 heures; la solution a déposé en refroidissant un corps cristallin jaune. Le mélange versé dans l'eau a fourni un précipité qui a été purifié par dissolution dans l'alcool chaud. On a obtenu une substance formée d'aiguilles prismatiques jaunes, fusibles à 168°; c'est le composé préparé par Kœrner. Mais ce corps est un *dinitrobenzène diiodé* $I^2 = C^6H^2 = (AzO^2)^2$ 1.3.4.? et non pas, comme l'a cru ce savant, le *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4.

» J'ajouterai que ce dernier composé se forme dans la réaction, accompagné du *dinitrobenzène diiodé*, si l'on diminue de moitié la quantité d'acide azotique employée dans l'expérience précédente.

» De plus, en chauffant vers 80° pendant 4 heures un mélange de 6g,5 de diiodobenzène, 40g d'acide acétique et 40g d'acide azotique fumant, le *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4 seul prend naissance dans la réaction.

» III. Aniline diiodée $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4. — Pour réduire et transformer le *nitrobenzène diiodé* $AzO^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4 en *aniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4, on ajoute à une solution tiède de 10g de chlorure stanneux dans 20g d'acide chlorhydrique 6g du dérivé nitré et l'on maintient le tout au bain-marie en agitant fréquemment; au bout de 1 heure la réaction est terminée. On met en liberté l'*aniline iodée* en additionnant le mélange refroidi de soude étendue. La base recueillie sur un filtre, lavée, est desséchée rapidement; elle reste mélangée d'une faible quantité du produit nitré non transformé. Pour l'en séparer, on sature la solution éthérée de ce mélange de gaz chlorhydrique; le *chlorhydrate de diiodoaniline* précipite. On décompose ce sel par l'ammoniaque; on reprend la base avec l'éther et l'on chasse le dissolvant. Le résidu coloré est purifié en traitant au bain-marie sa solution alcoolique par du noir animal.

([1]) *Jahresber. f. org. Ch.*, 1875, p. 325.

» Le corps ainsi obtenu cristallise en aiguilles incolores, fusibles à 96°, possédant la composition d'une *diiodoaniline*. Il est identique à l'isomère $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$-1.2.4 déjà préparé différemment (¹).

» L'*amide acétique secondaire* $(CH^3CO)^2 = Az - C^6H^3 = I^2$-1.2.4 a été obtenue en chauffant à l'ébullition un mélange de *diiodoaniline* (2g), d'acétate de soude fondu (1g) et d'anhydride acétique (5g). Au bout d'une heure, le mélange refroidi a été versé dans l'eau. Le précipité huileux ainsi obtenu s'est congelé après quelques heures.

» Il a cristallisé dans l'alcool à 80 centièmes en fines aiguilles incolores, fusibles à 93°. Il est très soluble dans l'alcool et l'acide acétique.

» IV. Phénol diiodé $OH - C^6H^3 = I^2$-1.2.4. — Bien que l'identité de la base diiodée précédente avec l'*aniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$ 1.2.4 m'ait paru certaine, je l'ai transformée néanmoins en *phénol diiodé*.

» Le mode opératoire que j'ai suivi a été le même que celui que j'ai décrit (*loc. cit.*) pour changer l'*aniline diiodée* 1.2.6 en *phénol diiodé* 1.2.6.

» Le *diiodophénol* ainsi obtenu fond à 72°. Il est identique à l'isomère diiodé $OH - C^6H^3 = I^2$-1.2.4 préparé par Schaal (²) en partant de l'*aniline diiodée* $AzH^2 - C^6H^3 = I^2$-1.2.4 et pour lequel j'ai indiqué (³) un procédé de préparation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse de l'acide αα-diméthyladipique.* Note de M. G. Blanc, présentée par M. A. Haller.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 579), j'ai annoncé qu'en réduisant l'éther αα-diméthylsuccinique

$$C^2H^5O.CO.\underset{\diagup\ \diagdown \atop CH^3\ \ CH^3}{C}.CH^2.CO^2.C^2H^5$$

par le sodium et l'alcool, on obtenait concurremment avec le glycol attendu une lactone $C^6H^{10}O^2$ qui, traitée par le cyanure de potassium, avait fourni l'acide diméthylglutarique αα, par hydrolyse du produit de la réaction. La même méthode appliquée à l'éther diméthylglutarique αα lui-même conduit à l'acide αα-diméthyladipique.

(¹) Michael, *Berichte der deut. ch. Gesell.*, t. XI, p. 109; Rudolph, p. 78.
(²) *Ibid.*, t. XX, p. 3364.
(³) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 831.

» Ces deux synthèses prouvent, ainsi que je l'ai fait observer dans ma Note, que la réduction a porté sur le carboxyle lié au carbone primaire. Dès lors les lactones obtenues ont pour formule de constitution

$$\begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C - CO \diagdown \\ \quad | \qquad\qquad\quad O \\ CH^2 - CH^2 \diagup \qquad \text{et} \qquad \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C - CO \diagdown \\ \quad | \\ CH^2 \qquad\qquad O. \\ \quad | \\ CH^2 - CH^2 \diagup$$

» J'ai pu arriver directement à réaliser dans de bonnes conditions la synthèse de l'acide αα-diméthyladipique en partant tout de suite de la première de ces lactones, la 2.2.diméthylbutyrolactone, obtenue à partir de l'éther αα-diméthylsuccinique ([1]).

» Cette 2.2.diméthylbutyrolactone est déjà mentionnée dans la littérature. M. Blaise l'a obtenue en traitant par le carbonate de soude l'acide 3.iodo-2.2.diméthylglutarique (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, p. 1015) et le point d'ébullition 202° trouvé par cet auteur concorde tout à fait avec le nôtre.

» Or, M. Perkin (*Journ. of chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 246) assigne la constitution de la 2.2.diméthylbutyrolactone, à une lactone bouillant à 207°, obtenue en décomposant par la chaleur l'acide 2.2.diméthylglutaconique

$$CO^2H.CH = CH.C(CH^3)(CH^3).CO^2H \rightarrow CH^2 = CH.C(CH^3)(CH^3).CO^2H$$

$$\rightarrow \begin{array}{l} CH^2 - CH^2 - C(CH^3)(CH^3) - CO \\ | \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad | \\ O \text{———————————} \end{array}$$

» Sans entrer dans plus de détails sur ce sujet, nous pensons que l'interprétation donnée par M. Perkin à la décomposition de l'acide 2.2.diméthylglutaconique est erronée et que celle-ci a lieu suivant le schéma :

$$CO^2H.CH = CH\,C(CH^3)^2.CO^2H \rightarrow CO^2H.CH = CH.CH(CH^3)^2$$

$$\rightarrow \underbrace{CO^2H.CH^2.CH = C(CH^3)^2}_{\text{Acide pyrotérébique.}} \rightarrow \underbrace{\begin{array}{l} CO.CH^2.CH^2.C.(CH^3)^2. \\ | \qquad\qquad\qquad | \\ \text{————————} O \end{array}}_{\text{Isocaprolactone.}}$$

([1]) Cette lactone s'obtient avec un rendement excellent par la réduction directe de l'anhydride αα-diméthylsuccinique par le sodium et l'alcool. Je montrerai dans une prochaine Note que cette réaction est générale et qu'elle conduit à l'obtention de lactones du type $\begin{array}{l} R.C - CO \diagdown \\ \;| \qquad\qquad O \\ CH^2 - CH^2 \diagup \end{array}$, le carboxyle fort subissant seul la réduction. J'ai ainsi obtenu la 2.méthylbutyrolactone (ébull. 202°), la 2.isopropylbutyrolactone (ébull. 228°-229°), la 2.2.diméthylvalérolactone (ébull. 220°), déjà obtenue par la réduction de l'éther, la 3.3.diméthylvalérolactone (éb. 234°-235°, fusion 30°), la campholide de M. Haller (fusion 210°).

» En effet, la lactone de M. Perkin bout à 207°, comme l'isocaprolactone, et l'acide hydrobromé correspondant à l'acide incomplet fond, comme l'indique M. Perkin, à 100°, ce qui correspond au point de fusion de l'acide hydrobromopyrotérébique.

» Pour réaliser la synthèse de l'acide αα-diméthyladipique à partir de la 2.2.diméthylbutyrolactone, j'ai traité cette dernière par le pentabromure de phosphore, le produit de la réaction traité lui-même par l'alcool donne l'éther bromé $C^2H^5.CO\,C(CH^3)^2.CH^2.CH^2.Br$ qui bout à 100° (10^{mm}). Celui-ci se condense avec l'éther cyanacétique sodé pour donner l'éther cyané $C^2H^5.COC(CH^3)^2.CH^2.CH^2.\underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{CH}}.CO^2C^2H^5$ bouillant à 205°-210° (15^{mm}).

» Cet éther est hydrolysé par la potasse alcoolique pour donner l'acide $CO^2H.C(CH^3)^2.CH^3.CH^3.CH.(CO^2H)^2$ fusible à 167°-168° identique à celui qu'on obtient en oxydant l'acide dihydroisolauronique (G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 273). Enfin ce dernier, chauffé à 180°, perd CO^2 en se transformant quantitativement en acide αα-diméthyladipique fondant à 87°-88° et identique avec l'acide provenant de l'oxydation de l'acide dihydroisolauronique, de l'oxydation de la β-ionone, et à l'acide synthétique précédemment décrit.

» Le rendement final est assez satisfaisant. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formaldéhyde atmosphérique.* Note de M. H. Henriet, présentée par M. A. Haller.

« Dans une précédente Note [1] j'ai montré que, en faisant passer l'air atmosphérique sur de l'oxyde de mercure chauffé à 250°, on obtenait un excès d'acide carbonique correspondant à une proportion d'aldéhyde formique variant de 2^g à 6^g par 100$^{m^3}$ d'air. Or, une objection importante se présente à l'esprit, objection que M. Armand Gautier m'a faite lui-même : si l'on introduit seulement 2^g de CH^2O dans un espace limité à 100$^{m^3}$, on constate que l'atmosphère est absolument irrespirable; à peine peut-on tolérer dans ces conditions de 0^g,5 à 1^g.

» Il suit de là que la proportion de carbone obtenu avec l'oxyde de mercure ne provient pas uniquement de la formaldéhyde libre, mais comme, d'autre part, ce carbone ne peut appartenir à aucun composé

(1) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1272.

atmosphérique actuellement connu, il y a lieu de supposer qu'indépendamment de l'aldéhyde formique libre, il existe dans l'air une combinaison de cette aldéhyde à laquelle est due la forte proportion d'acide carbonique qui se produit au contact de l'oxyde mercurique.

» J'ai écarté tout d'abord l'idée d'un polymère de la formaldéhyde, car, en chauffant l'air modérément, on n'augmente pas ses propriétés réductrices. J'ai remarqué par contre que si l'on fait passer un fort volume d'air dans de l'eau pure, on constate ensuite qu'un échantillon de cette eau contient normalement de la formaldéhyde; mais si un même échantillon de cette eau est chauffé soit avec de l'acide sulfurique, soit avec de l'acide acétique, on y trouve alors une proportion de formaldéhyde bien plus élevée qu'auparavant. Il s'ensuit donc que c'est bien à une combinaison de l'aldéhyde que l'on a affaire, combinaison capable de régénérer cette dernière par l'action d'un acide.

» M. Delépine a montré [1] que la formaldéhyde chauffée avec l'eau à 130°-140° donne naissance à de l'acide formique, de l'acide carbonique et de l'alcool méthylique. Or, on sait que l'acide carbonique de l'air augmente pendant les brouillards et comme j'ai démontré qu'on y trouve de l'acide formique, j'ai pensé que la réaction de M. Delépine pouvait se produire dans l'atmosphère où l'aldéhyde formique et l'alcool méthylique donneraient alors naissance à du méthylal, combinaison qui est, en effet, susceptible de régénérer la formaldéhyde sous l'influence des acides.

» Je poursuis actuellement l'étude de cette question. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur de nouveaux résultats obtenus en porcelaines, céramiques diverses.* Note de M. F. Garros.

« Pour la plasticité de l'amiante, l'agglomération possible de ses particules portées à un certain degré de température, et pour l'ensemble des résultats que devait fournir un corps ainsi constitué, le temps a confirmé mes prévisions. Par des rapports, publications diverses, aujourd'hui l'on connaît notamment l'une des applications principales de la porcelaine d'amiante « les filtrations stérilisatrices ». J'ai fait disparaître le paradoxe qui faisait admettre qu'une matière poreuse laissant passer rapidement un liquide ne peut en retenir intégralement les corpuscules infimes, les micro-organismes même les plus petits.

» Les nombreuses compositions que j'ai dû essayer pour émailler l'extrémité de mes « bougies stérilisatrices », d'abord alcalines, avaient, par leur liquéfaction trop prononcée, le défaut d'être irrémédiablement absor-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 120.

bées par des pores si avides. J'ai dû m'arrêter à un émail à base d'oxyde d'étain qui, par sa consistance pâteuse, persistante à 1200°-1250°, m'a permis d'obtenir un émaillage portant théoriquement en une surface donnée autant de trous (pores) que de particules.

» Pour compléter la stérilisation des eaux, vins, bières, j'ai fait connaître un certain nombre d'appareils-filtres nouveaux.

» Pour certaines expériences de laboratoires il était utile d'avoir des pores plus gros; afin d'obtenir ce résultat j'ai dû faire agir une température graduellement plus forte. Ainsi les particules d'amiante pure, dont ma porcelaine d'amiante poreuse est exclusivement composée, restent *pâteuses* jusqu'à 1400°. Elles ne fusent pas les unes dans les autres; elles se rétractent individuellement et laissent ainsi entre elles des pores plus gros; en même temps que le pore grossit, la translucidité vient et augmente. J'avais ainsi obtenu la porosité (même très grande) et la translucidité en un » même objet », double effet considéré jusque-là comme invraisemblable, impossible en céramique, un biscuit très poreux, et translucide surtout par mouillage.

» Vers 1650° les pores se ferment du fait des particules parvenues à une suffisante liquéfaction, elles se pénètrent alors les unes les autres et nous avons « un biscuit » de porcelaine d'amiante » très solide. Enfin, avec une température encore plus élevée, nous arrivons au verre d'amiante. Nous avons ainsi un lien entre la céramique et la verrerie, pour les corps dont les points de fusion sont élevés, considérant que beaucoup de corps qui étaient dits *réfractaires* autrefois ne le sont plus avec les éléments puissants dont on dispose aujourd'hui.

» Quant à mes vases poreux, plaques poreuses, etc., destinés aux accumulateurs, électrolyse, osmose, etc., leur résistance électrique est de 0,02 à 0,03 ohm sous une épaisseur moyenne de 2^{mm} à 3^{mm}, bien moindre que celle des autres vases poreux.

» Pour les isolateurs à transport d'énergie électrique, j'ai dû trouver une porcelaine d'amiante imperméable s'agglomérant bien sans déchoir aux températures de 1500°-1550° et réaliser aussi son émail, se combinant avec elle, de même dilatation et fondant à une température sensiblement plus élevée, vers 1600°. J'ai réussi l'un et l'autre en unissant de l'amiante à un fondant alumino-alcalin; dans ce biscuit l'amiante est la dominante, tandis que dans l'émail, le fondant est le produit principal. Ainsi, avec deux seuls produits j'ai constitué une porcelaine et son émail.

» Des isolateurs de $0^m,10$ à $0^m,12$ de diamètre à la base, et $0^m,15$ supposent une tension de 45 000 volts et ils ont aussi une résistance mécanique beaucoup plus grande que celle des isolateurs en porcelaine ordinaire.

» La solidité après dessiccation de la pâte faite exclusivement avec de l'amiante permet de pouvoir édifier de grandes pièces.

» Un grand objet qui est au musée de Sèvres depuis 1897, qui a nécessité 70 moules, 120 soudures, a été fait exclusivement pour montrer cette possibilité. Pour réussir cette œuvre de 3 mois et demi de travail personnel, je n'ai pas dû en pousser la cuisson au delà du dégourdi, puisqu'elle suffisait à ma démonstration.

» En un autre ordre de recherches, j'ai dû, pour satisfaire aux exigences d'expériences scientifiques, lier un métal (le cuivre) avec la porcelaine d'amiante par

l'intermédiaire de l'émail; il est facile de généraliser aussi ce résultat en céramique.

» Dans ce champ étendu je devais aussi développer d'autres branches de l'Industrie, certaines aussi par des façonnages spéciaux, branches caractérisées notamment par des objets qui ont figuré à des expositions, mais leur intérêt exclusivement industriel fait que je n'en parlerai pas ici.

» J'ai remis quelques types montrant les principales applications de la porcelaine d'amiante au musée du Conservatoire des Arts et Métiers comme autre témoignage de la création de cette industrie nouvelle.

» Les considérations techniques qui m'ont amené à faire naître cette nouvelle céramique, laquelle pour être traitée comme il convient exige tout un chapitre venant s'ajouter à ceux de la porcelaine, faïence, céramiques jusqu'alors toujours connues à base de silicate d'alumine, ces considérations devaient m'amener aussi à concevoir la possibilité d'existence de toute une nouvelle classe de céramiques. C'est ainsi qu'après avoir réussi la porcelaine d'amiante je réalisai les céramiques de magnésie, talc (silicate de magnésie), etc., ainsi que l'établissent des documents en ma possession, et qui sont actuellement industriellement exploitées. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la contraction des fibres musculaires lisses dites* à double striation oblique *ou* à fibrilles spiralées *et en particulier de celles des muscles adducteurs des Lamellibranches*. Note de M. F. **Marceau**, présentée par M. Perrier.

« *Méthode employée.* — Pour connaître le mécanisme suivant lequel s'effectue la contraction des fibres musculaires à fibrilles spiralées des muscles adducteurs des Lamellibranches, j'ai fixé ces muscles pris en état de relâchement et de contraction à l'aide de l'acide azotique à 20 pour 100, puis, après une immersion de 5 ou 6 jours dans ce liquide, j'en ai dissocié les fibres avec de fines aiguilles. L'examen microscopique des fibres ainsi fixées et dissociées m'a montré les modifications de structure qui se sont produites lors de la contraction.

» *Résultats.* — J'ai constaté, ainsi que l'avaient déjà reconnu Schwalbe, Engelmann et Roule, que l'angle de croisement des projections des fibrilles de la face supérieure et de la face inférieure des fibres subit de grandes variations suivant que ces fibres ont été fixées en relâchement ou en contraction plus ou moins complète. Par exemple, chez l'*Huître,* les angles de croisement des fibrilles de la partie vitreuse du muscle adducteur, en relâchement, en contraction de fermeture des valves et en rétraction complète, sont respectivement 20°, 40° et 65°.

» Engelmann [1] avait prétendu qu'il y avait une impossibilité mécanique à ce que le passage de l'état de relâchement à l'état de contraction ait lieu par le raccourcissement des fibrilles dans le sens de leur longueur. Il admettait que les fibrilles à trajets spiralés sont constituées par des séries de petites molécules contractiles contiguës (inotagmes), dont les axes sont parallèles à celui de la fibre et qui sont disposées les unes par rapport aux autres comme les marches d'un escalier. Je suis d'un avis absolument opposé et j'ai pu établir :

» 1° Que la contraction des fibrilles dans le sens de leur longueur entraîne forcément le raccourcissement des fibres;

» 2° Que, grâce à leur disposition spiralée, les fibrilles, en se contractant, amènent un raccourcissement plus considérable de la fibre que si les fibrilles étaient disposées parallèlement à son axe, surtout quand l'angle de croisement atteint des valeurs voisines de 100°; c'est-à-dire que cette disposition des fibrilles est favorable soit à la rapidité, soit au degré de la contraction des fibres.

» Nous pouvons assimiler une fibre à un cylindre à la surface duquel seraient placées, à intervalles réguliers, une série d'hélices de même pas. La projection, sur un plan parallèle à l'axe du cylindre, des parties vues et cachées de ces hélices, figure le réseau qu'on observe dans les préparations microscopiques de ces fibres dissociées par l'acide azotique à 20 pour 100. On voit que les mailles losangiques sont limitées par les parties vues (face supérieure) et cachées (face inférieure) des hélices qui sont parallèles deux à deux.

» Si nous supposons que cette fibre se contracte, sa hauteur va diminuer tandis que son diamètre augmentera, mais ces dimensions devront se modifier simultanément de telle sorte que son volume reste constant. Si nous considérons une série de cylindres dont les hauteurs aillent en diminuant progressivement mais dont les diamètres augmentent de telle sorte que le volume de ces cylindres reste constant, nous aurons les formes successives que prendra la fibre pendant sa contraction. En construisant un certain nombre de ces cylindres et y plaçant le même nombre de spires d'hélice que sur le premier, on peut facilement constater, après avoir développé leurs surfaces latérales, que les longueurs d'une spire des hélices dont les pas sont égaux à leurs hauteurs vont en diminuant jusqu'à une certaine limite pour croître de nouveau.

» Ainsi donc, quand un cylindre de très faible diamètre par rapport à sa hauteur se raccourcit tout en conservant le même volume, la longueur de la spire d'hélice, placée sur sa face latérale et dont le pas est égal à la hauteur de ce cylindre, va en diminuant jusqu'à une certaine limite pour croître de nouveau. Il en résulte que si, à la surface d'une fibre cylindrique allongée, il existe un système de fibrilles spiralées contractiles

(1) *Pflügers Arch.*, Bd. XXV, 1881.

suivant leur longueur, leur contraction amènera un raccourcissement de la fibre jusqu'à une certaine limite minimum.

» J'ai constaté que ce raccourcissement maximum est atteint lorsque l'angle de croisement des fibrilles vaut 107° ou que l'angle formé par la spire d'hélice développée avec la circonférence de base également développée est égal à 35° 16′.

» Il est donc établi que les fibres à fibrilles spiralées sont plus aptes que les fibres à fibrilles parallèles à produire soit des mouvements rapides, soit des mouvements étendus. Les quelques études d'histologie comparée qui ont été faites jusqu'à ce jour chez les Invertébrés vérifient d'ailleurs cette conclusion toute théorique ([1]).

» En effet les recherches de nombreux auteurs (Ballowitz, Fol, Schwalbe, Wagener, etc.) et les miennes ont montré que tous les muscles à contraction rapide ou étendue chez les Vers et les Mollusques, sont formés soit de fibres striées, soit de fibres à fibrilles spiralées.

» On doit donc considérer les fibres à fibrilles lisses spiralées et les fibres striées comme deux catégories d'éléments anatomiques complètement différents comme structure, mais qui peuvent réaliser l'un et l'autre des contractions rapides.

» En comparant chez un grand nombre de Lamellibranches, d'une part les courbes de fermeture des valves obtenues dans les mêmes conditions et d'autre part les valeurs des angles de croisement des fibrilles de leurs fibres dans des conditions également identiques, j'ai constaté que la rapidité plus ou moins grande de la contraction des muscles adducteurs est en rapport avec la valeur plus ou moins grande de l'angle de croisement de leurs fibrilles pour un état déterminé de ces muscles (contraction de fermeture ou rétraction complète) ([2]).

» Par exemple, la contraction est rapide et l'angle de croisement des fibrilles assez élevé chez les *Cardiums*, les *Huîtres*, les *Solens*, les *Tapes*, etc.;

([1]) Fol (*Comptes rendus*, 1888, p. 306) s'exprimait ainsi : « A en juger par la distribution du tissu à fibrilles spiralées, nous serions tentés de croire que cette disposition est favorable à la contraction rapide du muscle lisse. »

([2]) Il y a lieu de tenir compte aussi de la différenciation plus ou moins complète des fibrilles. Ainsi, par exemple, chez l'*Anodonte*, l'angle de croisement des fibrilles, pour le muscle adducteur postérieur fixé en rétraction complète, est de 50° à 80° comme chez l'*Huître*, alors que sa contraction est beaucoup plus lente que celle du muscle adducteur de ce dernier Mollusque. L'examen microscopique des fibres de ces muscles, dissociés dans les mêmes conditions, montre une différenciation bien plus nette des fibrilles chez celui de l'*Huître*.

elle est lente et l'angle est faible chez les *Dosinies*, les *Lutraires*, les *Moules*, etc. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'anatomie des Cirrhipèdes.* Note de M. A. GRUVEL, présentée par M. Bouvier.

« De récentes recherches entreprises sur des formes de Cirrhipèdes, pour la plupart exotiques, m'ont révélé un certain nombre de faits, non encore complètement élucidés ou tout à fait nouveaux sur l'anatomie de ces Crustacés. Je ne ferai que les signaler ici.

» ORGANE DE KŒHLER. — Cet organite nerveux, situé, comme on sait, à la base des écailles pédonculaires des *Pollicipes*, semble n'exister que dans ce genre, mais il présente une structure différente suivant les espèces.

» Tandis que chez *P. cornucopia* il est massif et pluricellulaire, les cellules ganglionnaires étant plus ou moins complètement noyées dans un pigment noir, chez *P. elegans*, cependant très voisin du premier, les cellules sont plus dissociées, réunies seulement entre elles par leurs prolongements et laissent des lacunes intercalaires plus ou moins vastes. Le pigment fait entièrement défaut, ce qui facilite singulièrement leur étude histologique. Des cellules périphériques partent, comme d'ordinaire, des prolongements qui, passant dans un fin canalicule de l'écaille, vont, diversement, se terminer à sa surface.

» Il est probable que ces organites nerveux étaient beaucoup plus développés chez les formes ancestrales et servaient, comme vraisemblablement encore, à renseigner l'animal sur les modifications physiques du milieu ambiant.

» APPAREIL CÉMENTAIRE. — *Chez tous les Cirrhipèdes au stade cypris*, l'appareil cémentaire est uniformément constitué par un double amas de glandes unicellulaires ayant, chacune, un canal vecteur propre. Tous ces canaux s'unissent en un canal commun qui, après un trajet plus ou moins long, va s'ouvrir à la base de chacune des antennes. Ce système persiste avec ses caractères larvaires chez les mâles nains des Pédonculés et chez quelques formes primitives (*Alcippe lampas*), avec cette différence cependant que les cellules glandulaires se creusent souvent d'une légère vacuole. Chez les types les plus élevés de Pédonculés, la vacuolisation des cellules s'accentue et l'épithélium du canal vecteur s'hypertrophie et vient tapisser toutes les cavités de l'élément glandulaire.

» On sait que l'appareil cémentaire des formes adultes d'Operculés diffère complètement du type que nous venons d'indiquer, mais l'étude de très jeunes individus de

diverses Balanes nous a permis de voir comment, du type nettement pédonculé, on passe au type operculé.

» Chez ces formes ayant à peine dépassé le stade cypris et assez difficiles à rencontrer, on trouve encore, à la base du manteau et de chaque côté, les glandes unicellulaires normales avec leur canal vecteur; mais, dès que la calcification commence à se manifester, on observe une atrophie rapide des glandes unicellulaires larvaires; bientôt, le canal vecteur subsiste seul et, comme ses parois sont de nature épithéliale, il se produit, à mesure que l'animal s'accroît et sur la périphérie de la base, des dilatations, d'abord très rapprochées, mais qui s'éloignent de plus en plus. Ces sortes d'ampoules à parois cellulaires remplacent, physiologiquement, les glandes larvaires et deviennent les glandes cémentaires définitives qui donnent progressivement naissance aux différents ordres de canaux allant répandre le cément sur toute la surface de la base, de façon à favoriser l'adhérence de l'animal sur son support.

» Il existe une forme intermédiaire entre la constitution de l'appareil cémentaire des Pédonculés et celle des Operculés; cette forme est représentée par le genre *Lithotrya*. On sait qu'à la base du pédoncule on trouve, dans ce genre, une lame calcaire, de forme variée, placée entre les parties molles de l'animal et son support. Il existe donc, dans ce cas, des conditions biologiques à peu près semblables à celles que l'on rencontre dans les Operculés, qui donnent naissance, en ce qui concerne l'appareil cémentaire, à une constitution anatomique voisine. En effet, au lieu d'aller s'ouvrir directement à la base des antennes larvaires, comme c'est le cas normal pour les Pédonculés, les deux canaux vecteurs principaux des glandes cémentaires pénètrent dans la lame calcaire et s'y dilatent en formant des sortes de réservoirs d'où partent de fins canalicules qui vont déposer le cément, non plus en un point bien localisé, mais sur toute la surface de la lame, de façon à remplir dans les meilleures conditions possibles le rôle qui est dévolu aux organes cémentaires.

» Glandes gastriques. — Nous avons, autrefois, divisé les glandes gastriques en quatre catégories : glandes stomacales, glandes hépatiques, glandes hépatopancréatiques et glandes pancréatiques.

» Chez les formes inférieures des Cirrhipèdes, comme *Alcippe*, on trouve (Berndt), au milieu des cellules stomacales normales, d'autres éléments beaucoup plus volumineux, à fonctions évidemment distinctes, et qui correspondent, histologiquement, aux cellules pancréatiques des formes supérieures, mais disséminées au milieu des autres éléments, au lieu d'être localisées.

» Si l'on suit le développement de l'ensemble des glandes gastriques chez les Cirrhipèdes thoraciques, on voit que ce sont de simples diverticules de la cavité gastrique, tous en *communication permanente* les uns avec les autres et dans lesquels les différents éléments ont acquis, peu à peu, des caractères histologiques et, par conséquent, un rôle physiologique, distincts. On trouve toujours, du reste, toutes les formes de passages entre les cellules pancréatiques les plus différenciées.

» Organes énigmatiques de Nussbaum. — Nussbaum a décrit en 1890, sous le nom d'*organes énigmatiques*, deux formations qu'il a rencontrées

chez *Pollicipes polymerus*. J'ai déjà montré ailleurs ([1]) que l'une d'elles, située dans les palpes labiaux mêmes et aussi en arrière d'eux, est constituée par des glandes unicellulaires dont la sécrétion est en rapport évident avec la mastication et la déglutition, d'où le nom de *glandes salivaires* que j'ai cru devoir leur donner.

» La deuxième formation, placée sur la ligne médiane et costale, entre l'estomac et la paroi du corps, est considérée, par Nussbaum, comme étant de nature nerveuse. C'est, en réalité, un organe glandulaire très net, à peu près sphérique, avec de grosses cellules périphériques, limitant une cavité centrale assez étroite, qui se continue par un canal excréteur assez allongé, allant s'ouvrir dans l'une des nombreuses lacunes qui entourent la cavité générale.

» Il est possible que cet organe, dont le rôle physiologique paraît encore très obscur, représente la trace d'un cœcum médian de l'œsophage, comme on en rencontre chez certaines larves cypris et qui aurait perdu, chez l'adulte, toute connexion directe avec la partie du tube digestif dont il est issu. L'étude de la larve cypris des *Pollicipes*, que je n'ai pu faire faute de matériaux, serait, certainement, très instructive à cet égard. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la polyspermie normale et la culture des spermatozoïdes*. Note de M. **Alphonse Labbé**, présentée par M. Yves Delage.

« I. Sur les coupes d'œufs immatures à vitellus abondant comme ceux des Crustacés, on observe souvent dans le vitellus de nombreux noyaux, qui, beaucoup plus petits que la vésicule germinative, ne sauraient être confondus avec elle. J'ai observé de semblables *noyaux mérocytiques* dans les œufs immatures de *Nebalia* dès les premiers stades de la réduction chromatique; ces noyaux sont généralement ovoïdes ou de forme allongée avec un réseau chromatique condensé et un ou deux nucléoles chromatiques. La plupart paraissent normaux, certains présentent des signes de dégénérescence caryolytique avec vacuolisation et émission de granules chromatiques. Je n'ai pas observé de division mitotique de ces noyaux, mais assez souvent des signes indubitables de division directe. L'origine de ces noyaux, qui ressemblent beaucoup à ceux du tissu conjonctif périovarien, est éclaircie par les faits suivants que j'ai observés dans les œufs des Décapodes.

» Si l'on fixe un ovaire de Crustacé décapode (*Maïa* ou *Carcinus*), quelques heures après la copulation, on peut voir sur les coupes que l'ovaire entier est bourré de spermatozoïdes aux divers stades de la dévagination que j'ai indiqués dans des

---

([1]) *Contributions à l'étude des Cirrhipèdes* (*Archives de Zoologie expérimentale*, 3e série, t. I, 1893).

travaux précédents. Les œufs sont remplis de spermatozoïdes, et dans le vitellus on peut voir tous les passages entre les spermatozoïdes et les noyaux mérocytiques. Les uns sont en dégénérescence, les autres sont transformés en noyaux; dans le vitellus on voit à côté des noyaux des vésicules acrosomiennes vides. Quant aux noyaux mérocytiques, certains paraissent normaux, les autres sont en caryolyse (hypertrophie vacuolaire, pycnose, dégénérescence granuleuse). Autour de ces noyaux, de même qu'autour des spermatozoïdes dégénérés, le cytoplasme est plus condensé, et l'on peut suivre le chemin suivi par le spermatozoïde. Dans quelques cas, j'ai observé, à côté de noyaux normaux, des diplosomes résultant probablement de l'appareil centrosomien. Je n'ai vu aucune mitose, mais des fragmentations amitotiques.

» De ces faits résultent que, conformément aux observations de Rückert et d'autres auteurs, chez les Sélaciens, les Téléostéens, les Batraciens, les Reptiles, les noyaux mérocytiques proviennent de polyspermie normale. Mais il faut faire cette réserve que la plupart des spermatozoïdes n'arrivent pas à devenir noyaux mérocytiques, que beaucoup sont digérés par le cytoplasme ovulaire (*cf.* les observations de Iwanzof sur les Holothuries, de Henneguy sur les Trématodes); que, parmi les noyaux mérocytiques, beaucoup subissent également la dégénérescence caryolytique, et qu'un petit nombre seulement [?] peuvent persister dans le vitellus à l'état de noyaux définitifs.

» II. Ces considérations nous montrent qu'il faut faire une double remarque : *a*, les spermatozoïdes qui pénètrent dans les œufs immatures sont destinés à être phagocytés par le cytoplasme ovulaire, peut-être parce que les toxines ovulaires n'ont pas été neutralisées par l'émission des substances nucléaires lors de la maturation, neutralisation qui ne se produirait qu'au moment du *point critique* de cette maturation (*cf.* les expériences de Von Dungern, de Delage); *b*, ceux qui résistent trouvent dans le vitellus des substances nutritives qui leur permettent une évolution en noyaux mérocytiques sans qu'une fécondation intervienne. On peut en donner comme preuves: la pénétration des spermatozoïdes dans les œufs à vitellus abondant, même sans que la maturation soit effectuée; la marche compliquée du spermatozoïde dans ces œufs, à la recherche de meilleures conditions d'existence pour sa transformation ; l'influence du vitellus lui-même, puisque dans les œufs alécithes ou oligolécithes, la polyspermie n'aboutit qu'à des formes tératologiques.

» Ces données m'ont montré la possibilité théorique de cultures de spermatozoïdes que j'ai pu réaliser effectivement.

» Les cultures sur albumine n'ont pas réussi. En revanche, les cultures sur lécithine

m'ont permis d'obtenir *les mêmes transformations que subissent les spermatozoïdes dans l'œuf*. La lécithine préalablement stérilisée est étendue en couche mince sur un porte-objet et laissée à l'étuve (28° à 30° C.). On place sur la culture des gouttelettes de sperme en aussi petite quantité que possible (sperme de souris, de grenouille, de divers insectes) et l'on observe, 1 demi-heure ou 1 heure après, les modifications des spermatozoïdes. Des lames semblables peuvent être fixées et colorées par les procédés histologiques ordinaires. Les transformations observées sont les suivantes : chute et dégénérescence de la queue du spermatozoïde, hypertrophie de la tête qui se transforme en un noyau sphérique ou ovoïde ordinaire dans une petite aire protoplasmique à contours mal définis. Dans un cas, j'ai observé à côté du noyau la formation d'un petit aster; ce qui démontrerait le bien fondé de l'hypothèse de Kostanecki, que le spermatozoïde apporte avec lui ses radiations cytoplasmiques; dans un autre cas, il m'a semblé voir un début d'amitose.

» Ces expériences poussées plus loin me montreront sans doute des faits plus intéressants. On peut cependant admettre dès maintenant que le spermatozoïde soustrait au pouvoir phagocytaire du cytoplasme ovulaire non mûr, au caryotactisme dans le cytoplasme ovulaire mûr, est susceptible de pouvoir subir sur lécithine sa transformation en noyau spermatique. *Sur simple milieu de culture, le spermatozoïde peut aussi commencer à se développer isolément, en dehors de tout substratum organisé.* »

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De la polychromie polytaxique florale des végétaux spontanés*. Note de M. G. Coutagne, présentée par M. Alfred Giard.

« Un très grand nombre de végétaux à fleurs colorées présentent des variétés à fleurs blanches, assez rares à l'état spontané, mais que les horticulteurs ont pu facilement *fixer*, car elles constituent généralement des taxies à caractère récessif. Ces variétés à fleurs blanches sont souvent plus délicates à cultiver que le type, et ce fait, joint à celui de leur rareté relative à l'état spontané, a fait dire fort justement que « ce sont les » variétés mélaniennes, c'est-à-dire celles où le pigment varie par excès, » qui l'emportent généralement sur les variétés albines, c'est-à-dire sur » celles où le pigment varie par défaut (1) ». En d'autres termes, chez les végétaux dont les fleurs présentent plusieurs taxies de couleurs différentes, certaines d'entre elles semblent toujours incapables de soutenir la lutte pour l'existence : chaque fois qu'elles apparaissent spontanément (sous

(1) A. Giard, 1877, réimpression en 1904, *Controverses transformistes*, p. 133.

l'influence de causes encore inconnues d'ailleurs), la sélection naturelle les élimine ou tout au moins s'oppose à leur multiplication.

» Mais, chez certaines espèces, il arrive que deux des taxies, dont l'une est parfois une taxie à fleur blanche, présentent une égale rusticité, en sorte que la sélection naturelle ne les élimine ni l'une ni l'autre. On observe alors, tout au moins dans certaines stations, les deux taxies vivant ensemble et représentées par des nombres d'individus d'importances comparables. Un même caractère, l'absence de pigment par exemple, peut donc être lié corrélativement, tantôt chez telle espèce à une particularité physiologique défavorable, tantôt chez une autre espèce à une particularité physiologique favorable. J'ai déjà signalé, dans une Note précédente [1], cette corrélation d'un caractère morphologique indifférent en lui-même à l'espèce et ne donnant dès lors aucune prise à la sélection naturelle, avec un caractère physiologique au contraire nettement nuisible ou favorable, et par conséquent très sensible à la sélection naturelle.

» Voici quelques exemples. En Tarentaise les taxies « fleur bleue » de l'*Hepatica triloba* D. C. sont également abondantes; il en est de même pour les taxies « fleur violette » et « fleur blanche » de *Crocus vernus* Allioni.

» Les *Iris pumila* Villars des environs d'Aix-en-Provence sont tantôt à fleurs bleu foncé, tantôt à fleurs jaune pâle, sans intermédiaires, et en nombres sensiblement égaux pour chaque taxie, si l'on considère l'ensemble de la région. Si l'on considère une station particulière il arrive parfois que l'une des taxies y domine, ou même y vit seule.

» La *Globularia vulgaris* Tourn., des environs de Moutiers en Tarentaise, est tantôt à fleurs bleues, tantôt à fleurs rose lilacé; il en est de même pour le *Polygala vulgare* des monts du Lyonnais.

» Ces deux derniers exemples sont intéressants en ce que les deux taxies entre lesquelles se partagent les individus sont l'une et l'autre à fleurs colorées. On rencontre aussi la taxie *fleur blanche* chez ces deux espèces, mais très rarement. Chez *Salvia pratensis* on rencontre également les trois taxies : fleur bleue, fleur blanche, fleur rose. Mais ces deux dernières sont rares, surtout celle à fleur rose.

» Le *Melilotus officinalis* Lam. à fleurs jaunes ou blanches et le *Phyteuma spicatum* à fleurs blanc jaunâtre ou bleues sont probablement des exemples à ajouter aux précédents. Mais il faut considérer aussi les *Melilotus alba* Lam. et *Phyteuma nigrum* Sm. qui sont peut-être des espèces voisines mais distinctes des taxies *fleur blanche* du *M. officinalis* et *fleur bleue* du *Ph. spicatum*.

» L'attention des botanistes n'a été appelée que tout récemment sur les phénomènes mendéliens, en sorte que bien des taxies ont été vraisembla-

---

(1) *De la corrélation des caractères susceptibles de sélection naturelle* (*Comptes rendus*, séance du 25 janvier 1904, p. 54).

blement décrites comme espèces différentes, surtout lorsque leur distribution géographique était différente du type auquel on les comparait. De même que pour plusieurs des Mollusques dont j'ai parlé dans une Note précédente, de nouvelles observations sont nécessaires et c'est pour les provoquer que j'ai cru bon de signaler tout l'intérêt que présente la question du polymorphisme polytaxique des espèces à l'état sauvage. »

BOTANIQUE. — *La question de la culture des cotonniers en Afrique tropicale.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Guignard.

« Les études et les tentatives agricoles pour développer la culture du cotonnier au Sénégal datent de plus d'un siècle. Nous avons exposé en 1902 (1) l'historique de la question. Au Soudan, les premiers essais remontent seulement à 1897 et sont dus à l'impulsion de M. le général de Trentinian. Le regretté professeur Maxime Cornu, après s'être renseigné près de plusieurs officiers et fonctionnaires du Soudan et avoir examiné quelques échantillons de coton parvenus en France, entrevit aussi, dès 1898, le grand avenir réservé à ce textile sur les bords du Niger (2).

» La même année s'organisa la *Mission du général de Trentinian*, première tentative d'inventaire des productions de l'Afrique occidentale française. Au cours de cette Mission, M. le général de Trentinian et ensuite M. le colonel Vimard, son intérimaire, m'invitèrent à plusieurs reprises à étudier d'une façon toute spéciale la question cotonnière, pendant que d'autres collaborateurs du général, en particulier MM. Fossat et Baillaud, s'occupaient de la partie commerciale du problème.

» Dès mon retour en France, je dégageais de nos recherches communes les conclusions suivantes :

« Le cotonnier nous paraît devoir être la grande culture d'avenir de » nos colonies du Sénégal et du Soudan, dans les zones naturelles que nous » avons appelées *zone saharienne* et *zone soudanienne*, lorsque des chemins » de fer permettront d'expédier à la côte en saison sèche, rapidement et » à bon marché, la soie, en ballots imperméables à la poussière (3). »

» Mes études personnelles portèrent principalement sur les espèces

(1) *Journal d'Agriculture tropicale*, t. I, 31 mai 1902, p. 135.

(2) *Société nationale d'Agriculture de France*, séance du 7 février 1900.

(3) *Une Mission au Sénégal*, 1900, p. 227.

botaniques, les conditions biologiques de leur végétation, le procédé de culture indigène et sur le côté économique de la question. J'exposai les résultats scientifiques et agronomiques dans le *Bulletin de la Société d'acclimatation* d'août 1901.

» Au point de vue scientifique, je mettais en évidence les faits suivants :

» 1° *Quatre espèces de* Gossypium *se rencontrent actuellement dans les cultures du Sénégal et du Soudan français : le* G. herbaceum L., *l'espèce la plus anciennement connue des indigènes, le* G. barbadense L., *d'introduction toute récente au Soudan, le* G. religiosum L., *espèce très robuste qu'on trouve parfois au Sénégal près de la côte, enfin le* G. punctatum Perr., *race africaine très vigoureuse du* G. hirsutum L., *tantôt assez velue, tantôt complètement glabre. C'est de beaucoup l'espèce la plus répandue dans toute l'étendue du Sénégal et du Soudan.*

» 2° Les plus beaux pieds de cette espèce produisent 30 à 50 capsules qui mûrissent en novembre et décembre, c'est-à-dire en pleine saison sèche; quelques capsules se développent plus tardivement.

» Dans les terrains les plus favorables seulement, aux environs de San, de Djenné, de Sumpi, les soies sont longues de 25^{mm} à 28^{mm} et atteignent une assez grande régularité. Cela tient au climat plus propice et surtout aux procédés culturaux plus perfectionnés.

» Dans toutes les régions soudanaises à climat sec, la culture *annuelle* des cotonniers, quelle qu'en soit l'espèce, ne saurait, *sans irrigation,* donner de sérieux résultats. En fait, dans toutes les contrées que nous avons parcourues, les indigènes ne pratiquent que la culture vivace. Les cotonniers semés de bonne heure peuvent produire quelques fleurs dès la première année, mais ce n'est que la deuxième et la troisième année qu'ils acquièrent un grand développement. Au commencement du deuxième hivernage, on écime ordinairement les tiges et, au troisième, on les recèpe souvent à la base.

» 3° *Le coton produit est une moyenne soie de dimension commerciale courante. Les défauts sont l'adhérence très forte des poils au tégument et le manque d'uniformité dans la longueur et la qualité des soies. Son faible rendement de* 510^{kg} *à* 260^{kg} *au maximum de coton égrené à l'hectare en rend, dans les conditions actuelles, l'exploitation impossible à l'Européen.*

» 4° Il existe déjà dans la vallée du Niger plus de 300000^{ha} de terrains cultivés en sorgho, arachide, etc. et recevant assez d'eau pour convenir à la culture d'*une race de coton amélioré à évolution rapide.* En constituant tout le long du cours moyen du fleuve des bassins où l'eau s'accumulerait en hivernage pour être ensuite, après élévation, distribuée aux plantations, cette étendue pourrait facilement être triplée.

» Comme conclusions, nous affirmions la nécessité de créer « une race » de coton bien adaptée au pays, suffisamment productrice et de qualité » supérieure ». Nous attirions, en outre, l'attention sur un hybride fertile qui s'était produit dans plusieurs champs du Niger où l'on cultivait côte à côte, à la suite d'introductions, les *G. punctatum* et *G. barbadense*. Certaines capsules de ce coton présentaient de très sérieuses qualités.

» Ces constatations attirèrent l'attention de M. Esnault-Pelterie, le distingué président du *Syndicat cotonnier français*, et c'est en possession de ces documents que, dès le début de 1902, il fit appel à l'initiative des tisseurs et filateurs français et qu'il parvint, quelques mois plus tard, à constituer l'*Association cotonnière coloniale* dont les efforts ont pour but de développer la culture du cotonnier, principalement en Afrique occidentale.

» Depuis cette époque de nombreuses personnalités coloniales et industrielles ont apporté leur concours à cette entreprise d'intérêt national.

» Notre but était de préciser le point de départ du mouvement qui a porté notre industrie à envisager la possibilité de la culture du coton en Afrique occidentale. Dans une prochaine Note nous exposerons les résultats relatifs au coton récemment acquis au cours des travaux de la *Mission Chari-lac Tchad*. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la présence de l'hydroquinone dans le poirier.* Note de MM. **G. Rivière** et **G. Bailhache**, présentée par M. Alfred Giard.

« Depuis que Wœhler a découvert l'hydroquinone dans les produits de la distillation sèche de l'acide quinique, ce corps a été isolé parmi les composés qui se forment en distillant dans les mêmes conditions divers extraits de plantes (*Rhododendron ferrugineum, Arctostaphylos uva ursi*). On l'a obtenu aussi par décomposition ignée, en provoquant le dédoublement de corps capables de l'engendrer (acide quinique, quinates, arbutine).

» On obtient d'ailleurs de la quinone en distillant avec du bioxyde de manganèse et de l'acide sulfurique les extraits d'un grand nombre de végétaux (*Hedera helix, Ligustrum vulgare, Fraxinus excelsior,* etc.). Mais aucun chimiste, à notre connaissance, n'a isolé, en nature, de l'hydroquinone d'un végétal quelconque et n'en a démontré l'existence dans une plante vivante.

» Au mois de mars 1903 nous avions mis macérer dans l'éther une certaine quantité de bourgeons de poirier (*Pyrus communis*) afin d'étudier la matière visqueuse qui recouvre leurs écailles. Cette solution évaporée abandonna une matière cireuse qui légèrement chauffée entre deux lames de verre nous donna quelques cristaux transparents qui se sublimèrent sur la lame supérieure. Nous continuâmes nos observations, non plus en utilisant les yeux, mais en traitant, par l'éther, les bourgeons foliés, et

alors la proportion de matière cristallisée que nous pouvions extraire augmentait avec les progrès de la végétation.

» Nous en eûmes bientôt une quantité suffisante pour en préciser les caractères et nous constatâmes qu'ils se rapportaient à l'hydroquinone.

» Avions-nous affaire à un produit de décomposition ignée ou ce corps préexistait-il dans la plante? Nous entreprîmes une série d'essais.

» On introduit une certaine quantité de bourgeons foliés dans des flacons de 10^l que l'on remplit d'alcool à 95°, on abandonne ensuite le tout à une digestion froide, pendant plusieurs jours.

» L'alcool fortement coloré en vert est distillé au bain-marie jusqu'à élimination complète, puis la liqueur sirupeuse est reprise par l'eau bouillante et filtrée; on élimine ainsi une partie de la chlorophylle et la totalité des matières résineuses.

» Le liquide est ensuite additionné d'éther et laissé en contact pendant 48 heures.

» La solution éthérée abandonne par simple évaporation un magma de cristaux d'hydroquinone encore impur. Ce magma est repris par l'eau et broyé avec une petite quantité d'oxyde de plomb récemment précipité et le tout est jeté sur un filtre.

» La liqueur filtrée et débarrassée du plomb par l'hydrogène sulfuré abandonne par évaporation au bain-marie des cristaux d'hydroquinone suffisamment purs pour donner toutes les réactions de ce corps.

» On en obtient ainsi de 3^g à 5^g par kilogramme de bourgeons foliés, frais. Le rendement maximum correspond à la végétation la plus active.

» L'hydroquinone ainsi préparée fond à + 166°, tandis qu'un échantillon qui nous servait de point de comparaison fondait à 166°,5 (non corrigé) dans les conditions où nous nous sommes placés.

» Traitée par le perchlorure de fer elle donne immédiatement une magnifique cristallisation caractéristique de quinhydrone. Avec le bichromate de potasse et l'acide sulfurique on obtient de la quinone qu'on isole facilement par l'éther.

» Nous avons enfin obtenu l'hydroquinone verte en présence de la laccase de G. Bertrand, ce qui nous permet d'expliquer comment ce corps n'a pas été jusqu'à présent signalé dans le poirier.

» En effet, l'hydroquinone disparaît très rapidement dans la plante par suite de l'action de la laccase que celle-ci contient.

» Pour le prouver il suffit, après avoir épuisé par l'alcool les bourgeons foliés dont on a extrait l'hydroquinone, de les recouvrir d'eau distillée afin de permettre à l'alcool dont ils étaient imprégnés de s'y diffuser, puis de les faire digérer ensuite pendant quelques heures dans une seconde eau de lavage.

» Le liquide soutiré donne par l'alcool un précipité floconneux qui, recueilli et lavé

à l'alcool, constitue une matière colloïdale. Cette matière se colore très rapidement à l'air et prend, en se desséchant, l'aspect de l'oxyde rouge de manganèse.

» Elle laisse après incinération 27,82 pour 100 de cendres constituées, pour la plus grande partie, par des carbonates de chaux et de potasse, des phosphates, des traces de fer et de manganèse. Ce dernier élément s'y rencontre en très faible quantité. Nous n'en avons trouvé que 0,05 pour 100, que nous avons dosé colorimétriquement, après oxydation, au moyen de l'acide azotique et du bioxyde de plomb. Elle présente en un mot beaucoup de caractères de la laccase de M. G. Bertrand. Elle bleuit très énergiquement la teinture de gayac et l'on peut provoquer, par son intermédiaire, l'oxydation de l'hydroquinone des bourgeons de poirier dont on l'a extraite.

» Nous n'avons pas rencontré d'hydroquinone dans les bourgeons du pommier, mais nous y avons constaté beaucoup de phlorizine; cependant quelques réactions nous laissent penser qu'il peut y en avoir des traces.

» Par contre les bourgeons du poirier ne renferment que peu de phlorizine et, comme nous l'avons dit, jusqu'à 5g d'hydroquinone par kilogramme de bourgeons foliés. La phlorizine semblerait donc caractériser le pommier et l'hydroquinone le poirier. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les mycorhizes des racines latérales des Poivriers*. Note de M. H. **Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Note précédente, j'ai montré que le mycorhyze des racines aériennes du Vanillier joue un rôle intéressant dans la biologie de cette Orchidée, en mettant en relation, tant morphologique que physiologique, celle-ci et son support vivant; et que, par suite, le Vanillier et le champignon de ses racines sont associés en symbiose. Ainsi s'explique ce fait bien établi que l'emploi de supports vivants appropriés donne de meilleurs résultats que l'usage des tuteurs morts dans la culture de cette plante.

» Il en est de même pour les Poivriers. Il est démontré depuis longtemps que ceux-ci végètent parfaitement, fleurissent et fructifient abondamment lorsque leurs racines aériennes prennent appui sur des tuteurs vivants, des arbres (procédé malais), tandis que les mêmes conditions de végétation sont loin de se réaliser quand les Poivriers grimpent sur bois mort.

» Il y avait donc lieu de rechercher aussi chez ces plantes l'action des mycorhizes. C'est ce que j'ai pu faire pour trois espèces de *Piper* : *P. nigrum* L., *P. cubeba* L., *P. betle* L., dont les lianes étaient appliquées, par

leurs racines adventives, sur des arbres vivants (*Eriodendron anfractuosum* D. C., *Albizzia stipulata* Boiv. et *Palaquium rostratum* Burck) ([1]).

» Des coupes comprenant à la fois les racines de ces Poivriers et les écorces auxquelles elles adhèrent permettent de constater les faits de structure suivants, que l'on peut réunir en trois groupes (comme je l'ai déjà fait pour le Vanillier, car les analogies sont très grandes) :

» A. Les racines aériennes des Poivriers naissent, en grand nombre, des nœuds de la tige; relativement courtes et étroites, elles s'appliquent côte à côte, en rayonnant, à la surface du support. Sur les sections transversales, on observe que le conjonctif du cylindre central n'est généralement lignifié que dans la partie correspondant à la face non adhérente de la racine. L'endoderme n'est caractérisé que par des cadres subérifiés très étroits. L'écorce présente à sa périphérie un exoderme à éléments inégaux, fort peu lignifiés; les plus larges d'entre eux présentent un protoplasma granuleux et un gros noyau nucléolé, et peuvent être comparés aux *cellules de passage* du Vanillier. En dehors de cet exoderme, se trouve une assise cellulaire prolongée en poils radicaux; ceux-ci, le plus souvent complètement détruits dans la partie libre de la racine, sont, au contraire, bien développés sur sa face adhérente et s'appliquent étroitement sur le liège du support.

» B. Dans les divers tuteurs examinés, le périderme comprend une couche subéreuse plus ou moins épaisse et régulière; et, en dedans de l'assise génératrice péridermique, le phelloderme et l'écorce offrent de nombreux cristaux d'oxalate de calcium et, plus profondément, des îlots d'éléments scléreux.

» Dans l'espace intermédiaire situé entre la racine et son support, et occupé par la masse des poils radicaux, qui s'entrecroisent et s'enchevêtrent lorsque plusieurs racines se touchent latéralement, on observe constamment un mycélium de champignon, ramifié et cloisonné. Ce mycélium, lorsqu'il rampe contre la base des poils radicaux, y envoie des filaments qui, traversant les cellules de l'exoderme, pénètrent dans l'écorce et s'y ramifient; et ces ramifications mycéliennes de l'endophyte s'étendent et se pelotonnent non seulement dans les cellules corticales, mais aussi, plus profondément, dans la partie interne non lignifiée du conjonctif central.

» De l'endophyte se détachent des filaments excessivement fins qui parcourent les poils radicaux dans leur longueur pour aller s'enfoncer dans le liège du support, ainsi que je l'ai déjà établi à propos du Vanillier. Mais, dans les Poivriers, l'ectophyte, ou mycélium externe du mycorhize, envoie aussi *directement* des filaments nombreux qui pénètrent et se ramifient dans la couche subéreuse du support. Il en résulte qu'on trouve dans celle-ci des rameaux mycéliens à la fois très gros et bien apparents ou beaucoup plus fins et plus grêles.

» En outre, le mode de pénétration du champignon est plus facile à étudier chez les Poivriers, car le mycélium se divise en branches nombreuses qui, se dirigeant de de-

---

([1]) Je dois ces échantillons à l'aimable obligeance de l'éminent directeur du jardin botanique de Buitenzorg (Java), M. Treub, à qui j'adresse mes bien vifs remercîments.

hors en dedans, non seulement passent et s'insinuent entre les cellules subéreuses, mais aussi traversent les membranes et les cavités cellulaires à peu près dans tous les sens. On voit même parfois certains de ces filaments mycéliens perforer, en suivant une marche rectiligne, les rangées radiales des cellules du liège, pour gagner les couches corticales sous-jacentes.

» Après avoir traversé le liège, en effet, le champignon se ramifie et se pelotonne dans le phelloderme et l'écorce du support.

» *En résumé* : 1° chez les Poivriers, comme dans le Vanillier, les racines aériennes sont associées en symbioses avec des mycorhizes qui établissent des rapports étroits entre elles et les tuteurs vivants auxquels elles adhèrent; 2° l'endophyte des racines des Poivriers se comporte comme celui du Vanillier; mais il est plus fréquent de voir, chez les premiers, le mycélium externe (ectophyte) envoyer *directement* de nombreux rameaux dans la couche de liège où il est facile de les suivre, car ils sont très apparents; 3° il paraît certain que ces champignons, associés aux racines des Poivriers, favorisent la végétation de ceux-ci, en leur apportant certaines matières nutritives puisées dans les plantes vivantes sur lesquelles ils grimpent et se développent comme de véritables parasites; ce qui expliquerait la supériorité bien reconnue des tuteurs vivants sur les supports morts, dans la culture des Poivriers.

» D'ailleurs, sans vouloir rien préjuger, il est permis de concevoir, d'après ces nouveaux faits, que les tuteurs vivants doivent jouer un rôle réel et important dans la biologie de beaucoup de plantes grimpantes ou épiphytes, grâce à l'action des mycorhizes. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur l'appareil végétatif de certaines Urédinées*. Note de M. **Jakob Eriksson**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans un travail précédent ([1]) j'ai montré que les feuilles du Blé d'hiver, pendant la période où l'on ne trouve pas de pustules de la rouille jaune [*Puccinia glumarum* (Schm.) Eriks. et Heun., *f. sp. Tritici*] sur les plantes, ne contiennent aucune trace de mycélium. Il en est ainsi même dans les variétés les plus disposées à la maladie. Pendant l'année 1902 à

([1]) J. Eriksson, *Sur l'appareil végétatif de la rouille jaune des Céréales* (*Comptes rendus*, 12 octobre 1903); *Ueber das vegetative Leben der Petreiderartpilze*, I (*Kgl. Vet.-Akad. Handl.*, Bd. XXXVII, 1904, n° 6).

1903; cette période dura depuis le commencement d'octobre, moment où les pieds commençaient à sortir du sol, jusqu'aux premiers jours de juillet de l'année suivante, c'est-à-dire pendant environ 9 mois.

» Or, durant cette période, on trouva un contenu plasmique granuleux et vacuolaire dans la plupart des cellules. Ce contenu fut regardé comme une symbiose intime entre le protoplasma de l'hôte et celui du Champignon. J'ai donné le nom de *mycoplasma* à cet ensemble.

» Enfin, très peu avant la première apparition de l'*Uredo glumarum* et dans le voisinage immédiat des pustules, on trouva la première phase d'un mycélium intercellulaire. Dans celle-ci, qui pourrait être appelée phase du *protomycélium*, on n'observa pas tout d'abord de noyaux distincts. Ce n'est que plus tard que de tels noyaux furent remarqués.

» Tout semblait donc parler en faveur de l'opinion que le protomycélium dérive du mycoplasma bien que la transition entre les deux formes ne fût encore suffisamment connue.

» Des études poursuivies sur la vie végétative de la rouille brune du seigle (*Puccinia dispersa* Eriks.) et de la rouille jaune de l'orge (*Puccinia glumarum* (Schm.) Eriks. et Hun., *f. sp. Hordei*) ont confirmé les observations faites au sujet de la rouille jaune du blé et ont encore aidé à éclaircir la question.

» Des brins de seigle furent examinés de la même manière que les pieds de blé précédemment cités, sans qu'on pût découvrir en eux, pendant la période d'octobre à juillet, aucune trace de mycélium. En échange on trouva, pendant cette période, du mycoplasma abondant dans les cellules.

» Dans le mycoplasma on peut discerner deux phases, l'une de *repos*, l'autre de *maturation*. Celle-ci commence en octobre et dure jusqu'à la première apparition des pustules d'Uredo. Pendant l'année 1902 à 1903 la maturation dura jusqu'à la mi-juin ou à la fin même de ce mois. Pendant cette période le noyau de la cellule nourricière conserve son aspect normal. Peu avant la première apparition des taches de la rouille, commence la phase de la maturation du mycoplasma. Le noyau de l'hôte *grandit* et finit par se *désagréger* peu à peu. En même temps on remarque çà et là, dans la masse plasmique, de gros *nucléoles* sphériques, assez nombreux, de grandeur diverse et entourés chacun d'une auréole claire. Il est à supposer que ces nucléoles marquent les endroits, dans la masse plasmique, qui sont les plus riches en substances nutritives et aussi les plus vigoureux.

» Voilà le mycoplasma parvenu à sa maturité et prêt à quitter la cellule. Il ne se produit alors aucune dissolution totale ni partielle de la paroi de la cellule. Il semble, au contraire, que la masse plasmique sorte par les minces pores de la paroi, car il est très admissible qu'il en existe ici comme partout ailleurs dans les tissus cellulaires des plantes supérieures. Ces pores doivent être de la même nature que ceux qui servent

de passage aux communications plasmiques (plasmodesmes) entre des cellules voisines.

» On trouve, *en dedans et au dehors de la paroi, des parties plasmiques qui se correspondent parfaitement.* Il est indubitable qu'il existe entre elles un rapport, même si les liens qui les unissent, probablement arrêtés par la contraction du contenu de la cellule, ne peuvent pas être indiqués. En sortant de la cellule, les nucléoles plus grands agissent d'une façon active et frappante. Ils émettent vers la paroi un filament très mince de la même couleur à peu près que le nucléole. En ce moment la formation ressemble parfaitement à un jeune suçoir et nous pouvons l'appeler un *suçoir endogène* ou *endohaustorium.* Peu à peu la partie sphérique du suçoir endogène se vide et se présente à la fin comme un contour en dedans de celui de l'auréole claire, rappelant en ce moment les suçoirs exogènes, connus jusqu'ici, dans une phase de développement plus avancée.

» A coup sûr ces suçoirs endogènes sont ceux que j'ai observés et décrits déjà plus tôt sous le nom de *corpuscules spéciaux.*

» Avec les suçoirs endogènes sphériques et souvent dans les mêmes cellules que ceux-ci, on voit apparaître des formations plus allongées, mais de structure analogue. Évidemment ces formations sont, elles aussi, produites par le noyau et constituent ainsi une sorte de suçoirs endogènes.

» Quant aux nucléoles plus petits, ils semblent se dissoudre directement, et sont détruits sans que des communications distinctes apparaissent.

» L'abondance plus ou moins considérable de nucléoles plasmiques bien développés et de suçoirs endogènes doit dépendre en partie du développement et de la vitalité différents du mycoplasma, en partie de certains agents extérieurs. Il semble que parfois il n'y ait pas de phase nucléolaire, mais que la masse plasmique sorte par les minimes pores de la paroi sous une désagrégation directe du noyau cellulaire hypertrophié.

» Dans la rouille jaune de l'orge les choses se passent de la même manière que dans la rouille brune du seigle.

» Les premiers stades mycéliens, c'est-à-dire la phase que nous avons appelée le *protomycélium,* se ressemblent en leurs traits essentiels dans la rouille brune du seigle, la rouille jaune de l'orge et la rouille jaune du blé. La seule différence consiste en ce que le protomycélium de la rouille brune est d'une structure plus frêle, bâti de filaments plus minces que celui des rouilles jaunes.

» La phase du protomycélium est de courte durée. Elle est suivie immédiatement par la forme mycélienne parfaite. Les nucléoles disparaissent et des cloisons nombreuses se forment peu après; le tissu mycélien forme un pseudo-parenchyme qui, enfin, donne naissance à un hyménium. Dans les cellules de celui-ci apparaissent de gros nucléoles nombreux avant que les filaments sporifères soient encore formés. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture et le développement du champignon qui produit l'Anthracnose de la Vigne.* Note de MM. **P. Viala** et **P. Pacottet**, présentée par M. L. Guignard.

« La méthode par laquelle nous avons cultivé le champignon *Guignardia Bidwellii,* cause du Black Rot, nous a permis d'isoler le parasite de l'Anthracnose et d'en suivre, en milieux artificiels, les phases du développement. La bouture mycélienne a été prise dans les jeunes chancres de l'Anthracnose au moment où ils vont former les conidies. Les premiers ensemencements doivent être faits sur jus de jeunes feuilles gélosé et stérilisé à basse température; après plusieurs passages sur cette gelée nutritive, le champignon se cultive plus facilement sur d'autres milieux.

» Le parasite de l'Anthracnose *Sphaceloma ampelinum* de Bary n'est connu que par la forme conidienne à basides, en stroma serré à la surface des rameaux ou des raisins verts, portant des conidies en bâtonnets, ovoïdes-cylindriques, avec deux points réfringents, de 3^{μ} à 6^{μ} de longueur. Nous avons obtenu, dans nos cultures, cette forme conidienne à spores en bâtonnets, des spermogonies (avec spermaties identiques à ces conidies ou bâtonnets), des pycnides, des sclérotes qui donnent naissance à une autre forme conidienne à grosses spores, un mycélium très polymorphe qui, sur les milieux sucrés, se fragmente et produit une forme levure. Toutes ces formes de fructification, par des cultures croisées sur milieux divers, se ramènent les unes aux autres; ensemencées sur les raisins verts, elles reproduisent les lésions et les chancres caractéristiques de la maladie. Ces organes si variés de reproduction séparent le parasite de l'Anthracnose des Mélanconiées et le rattachent au groupe des Sphaeropsidées; nous le nommons *Manginia ampelina* en créant un nouveau genre dans lequel viendront sans doute se ranger les parasites causes des Anthracnoses des autres plantes, quand on les aura isolés et cultivés.

» Sur jus de feuilles gélosé, le développement est très rapide; le voile mycélien s'irradie autour du point primitif du semis et couvre, en 5 ou 6 jours, sur une épaisseur de 1^{mm} à 3^{mm}, les boîtes de culture de 9^{cm} de large et 25^{cm} de long. Ces plaques sont parsemées de petites houppes dressées formant un gazon assez serré qui est constitué par des conidiophores parallèles, au sommet desquels se détachent une ou deux conidies en bâtonnets identiques aux spores des jeunes chancres de l'Anthracnose. On obtient

aussi des conidiophores dans les cultures plus anciennes sur jus de feuilles liquide.

» Quand on transporte le *M. ampelina*, par semis des précédentes cultures, sur haricot ou lait gélosé non acide, 2 ou 3 jours après, à 25°, les tubes ou les plaques sont criblés de très petits points d'un roux clair. Ce sont des conceptacles simples (diamètre : 112^{μ}) ou composés et alors mamelonnés, portant une ou plusieurs ostioles (jusqu'à 12 et 15) circulaires et sessiles, et entourés d'une membrane pluricellulaire; ils renferment une grande quantité de petites spores en bâtonnets identiques aux conidies, et légèrement gris rosé vues en masse et de mêmes dimensions (3^{μ} à 6^{μ}); elles sont produites par des fines basides qui tapissent la paroi des conceptacles; elles germent de la même façon en se renflant d'abord en leur centre et en poussant un ou deux tubes mycéliens. Nous considérons ces organes, les plus fréquents, comme des spermogonies avec spermaties. Si le milieu de culture est plus acide, les ostioles cratériformes sont à plus grand diamètre; beaucoup de ces conceptacles à très grande ouverture forment même des cupules ouvertes dont on ne distingue la membrane monocellulaire qu'à la base; ils diffèrent peu ou pas des conidiophores. On obtient ces spermogonies soit sur des raisins inoculés, soit aux dépens des rameaux ou fruits anthracnosés provenant du vignoble et maintenus, dans les deux cas, en milieux humides.

» Dans les milieux liquides, quand les cultures sont âgées, il se forme, dans l'épaisseur de la trame mycélienne boursouflée, des parties plus condensées. Ces nodosités sont de deux sortes : les unes sont des pycnides simples (350^{μ} sur 325^{μ}) à membrane épaisse et foncée en brun, à petites ostioles sessiles, produisant, sur une couche serrée de basides qui tapissent les parois externes, des stylospores subovoïdes (longueur $5^{\mu},30$, diamètre au centre $3^{\mu},50$) incolores, à membranes assez épaisses.

» D'autres nodosités des parties les plus anciennes de la plaque mycélienne, sont plus allongées ($3^{\mu},50$), plus étroites (98^{μ}); ce sont des sclérotes rhizomorphiques, à fins tubes mycéliens agglomérés, incolores au centre, plus épais et bruns à la surface. De ces sclérotes poussent, à un moment, des branches simples cloisonnées hyalines; de leur sommet renflé se sépare bientôt une spore presque ronde ou à peine subovoïde (8^{μ} sur 7^{μ}), incolore, à protoplasma finement granuleux. C'est une deuxième forme de conidiophores différente de celle qui produit les conidies en bâtonnets.

» Quand les milieux de culture liquides ou même solides sont riches en

matières sucrées, le mycélium, très variqueux, provenant de l'un quelconque des organes de reproduction précédents, se fragmente en nombreuses cellules et donne une *forme levure* ($7^{\mu},50$ et 6^{μ}, sur $4^{\mu},50$ et 4^{μ}) qui se multiplie par bourgeonnement et produit de l'alcool; une ou plusieurs cellules filles proviennent de la cellule mère, qui est ovoïde, incolore, à protoplasma grumeux et à membrane très distincte. Vues en masse, sur plaques gélosées, par exemple, les cellules levures ont une coloration d'un gris brun sale, et forment des traînées épaisses et fluides. Transportées sur haricot gélosé sans sucre, dès parfois la première culture ou après plusieurs passages, ces formes levures redonnent des conceptacles spermogonies. Les formes levures des cultures anciennes et en milieux très sucrés forment deux (ou une) spores internes, à membrane propre dans la membrane commune de la cellule mère.

» Le mycélium présente un polymorphisme aussi complexe que celui des organes de reproduction; les caractères et les fonctions de ces organes et de ce mycélium seront étudiés et précisés dans un Mémoire complet. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variabilité de la température dans les régions antarctiques*. Note de M. **Henryk Arctowski**.

« En 1875, J. Hann a présenté à l'Académie des Sciences de Vienne un Mémoire sur la variabilité interdiurne de la température ([1]), travail important à la suite duquel d'autres recherches, utilisant sa méthode d'investigation, ont été entreprises en assez grand nombre ([2]). Ce mode d'étudier la variabilité de la température consiste à calculer les moyennes (mensuelles et annuelles) des différences entre les moyennes des jours consécutifs.

» Hann a examiné d'abord la répartition de la variabilité moyenne annuelle à la surface du globe (en effectuant les calculs pour 70 stations différentes) et il a constaté que les maxima de variabilité s'observent à l'intérieur des continents nord-américain et asiatique, d'où les valeurs vont en décroissant vers les océans et vers l'équateur. Hann a également étudié la période annuelle de la variabilité interdiurne, ainsi que la fréquence des différences de plus de 2°, 4° et 6° C.

([1]) *Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Tagestemperatur* (*Sitzungsberichte d. math.-naturw. Cl.*, Bd. LXXI, II. Abt., p. 571).

([2]) Pour la bibliographie, *voir* Hann, *Lehrbuch der Meteorologie*, p. 117.

» Il m'a paru intéressant de faire les calculs pour les régions antarctiques, en me servant à cette fin des résultats des observations faites pendant l'hivernage de la *Belgica* (¹).

» Les chiffres obtenus pour les variabilités moyennes mensuelles sont :

1898.										1899.	
III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.
2,7	4,7	4,1	5,4	4,6	5,3	4,7	2,4	2,1	1,2	0,8	1,2

» D'après ces données, la moyenne annuelle de la variabilité interdiurne de la température, dans la région de la dérive de la *Belgica*, est 3°,3.

» Ce chiffre est remarquable, car il est aussi élevé que ceux obtenus pour les stations du maximum de variabilité moyenne asiatique et il n'est sensiblement dépassé que par ceux de quelques stations de la partie centrale du continent nord américain.

» Ce chiffre, n'étant d'ailleurs calculé qu'à une décimale près, peut être considéré comme approximativement exact, malgré le fait qu'il ne résulte que d'une seule année d'observations (²). Les chiffres donnant les résultats mensuels sont évidemment beaucoup moins certains, mais cela n'empêche qu'ils sont également fort intéressants, vu qu'ils démontrent (pour l'année de l'hivernage de la *Belgica* tout au moins), une période annuelle nettement marquée, avec une amplitude de variabilités moyennes excessivement prononcée.

» Il est encore à remarquer que les différences entre les moyennes des jours consécutifs, supérieures à 6° (6° à 19°,6 qui est la différence maximum), sont, pour toute l'année, au nombre de 66. Ce chiffre est de nouveau tout à fait inattendu, car, dans l'hémisphère nord, il n'a son pareil que celui de la station de Winnipeg.

» Cette variabilité excessive de la température dans la région de l'hivernage de la *Belgica* est, sans aucun doute, principalement due au passage des nombreuses dépressions barométriques qui n'ont cessé de faire varier la direction du vent, mais elle ne pourrait atteindre une valeur aussi grande si les lignes isothermes n'étaient pas très serrées sur le pourtour de l'Antarctide; si, en d'autres termes, la température n'allait pas en diminuant très rapidement vers le pôle Sud. »

(¹) Arctowski, *Aperçu des résultats météorologiques de l'hivernage antarctique de la* Belgica (*Annuaire météorologique de l'Observatoire royal de Belgique pour* 1904).

(²) *Voir* V. Kremser, *Die Veränderlichkeit der Lufttemperatur in Norddeutschland* (*Abh. d. kön. preuss. meteor. Instituts,* Bd. I, p. 6).

M. **Jourdain** adresse une Note ayant pour titre : « Le serpent de mer ».

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. **Odier** adresse une Note additionnelle à son travail intitulé : « Perfectionnement du système musical ».

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.